
DIPLOMARBEIT

Herr Ing.
Sebastian Madner

**Studie zur Automatisierung
einer Versandhalle**

Mittweida, 2017

DIPLOMARBEIT

Studie zur Automatisierung einer Versandhalle

Autor:
Herr Ing.

Sebastian Madner

Studiengang:
Maschinenbau

Seminargruppe:
KM12wMVA

Erstprüfer:
Herr Prof. Dr. Dr.hc. Hartmut Lindner

Zweitprüfer:
Herr DI Daniel Madner

Einreichung:
Mittweida, 01.12.2017

Verteidigung/Bewertung:
Mittweida, 15.12.2017

DIPLOMA THESIS

Study on the automation of a dispatch hall

author:

**Mr.
Sebastian Madner**

course of studies:

Maschinenbau

seminar group:

KM12wMVA

first examiner:

Mr. Prof. Dr. Dr.hc. Hartmut Lindner

second examiner:

Mr. DI Daniel Madner

submission:

Mittweida, 01.12.2017

defence/ evaluation:

Mittweida, 15.12.2017

Bibliografische Beschreibung:

Madner, Sebastian:

Studie zur Automatisierung einer Versandhalle. - 2017. - V, 69, I S.

Mittweida, Hochschule Mittweida, Fakultät Maschinenbau, Diplomarbeit, 2017

Referat:

Die vorliegende Diplomarbeit beschäftigt sich mit einer Studie zur Automatisierung einer Versandhalle. Im Zuge von Industrie 4.0 sollen Prozesse, Abläufe und Arbeiten vollautomatisch durchgeführt werden. Durch Fördersysteme, Roboter, automatische Schmalgangstapler, die einem entsprechenden Warehouse Management System untergeordnet sind, soll der Arbeitsalltag erleichtert, beschleunigt und nicht zuletzt auch sicherer gestaltet werden.

Inhalt

Inhalt I

| | |
|--|-------------|
| Abbildungsverzeichnis | V |
| Tabellenverzeichnis | VIII |
| Abkürzungsverzeichnis | IX |
| 1 Vorwort | 1 |
| 2 Abstract | 2 |
| 3 Unternehmen und mein Aufgabengebiet..... | 3 |
| 3.1 <i>Gebauer und Griller Kabelwerke GmbH</i> | 3 |
| 3.1.1 Überblick ^[3.1] | 3 |
| 3.1.2 Standorte ^[3.2] | 3 |
| 3.1.2.1 Standort Wien | 3 |
| 3.1.2.2 Standort Linz | 4 |
| 3.1.2.3 Standort Poysdorf..... | 4 |
| 3.1.2.4 Entwicklungs- und Konstruktionsbüros | 5 |
| 3.1.2.5 Standort Mikulov..... | 5 |
| 3.1.2.6 Standort Vel'ké Leváre | 6 |
| 3.1.2.7 Standort Bălți..... | 6 |
| 3.1.2.8 Standort Bangalore | 6 |
| 3.1.2.9 Standort San Juan del Rio..... | 6 |
| 3.1.2.10 Standort Shenyang..... | 7 |
| 3.1.3 OEMs und Systemlieferanten | 7 |
| 3.1.4 Produkte ^[3.3] | 8 |
| 3.2 <i>Aufgabengebiet</i> | 9 |
| 4 Aufgabenstellung und geplante Umsetzung | 11 |
| 4.1 <i>Aufgabenstellung.....</i> | 11 |
| 4.2 <i>Geplante Umsetzung/Ablauf.....</i> | 11 |
| 4.2.1 Arbeitsweise/Vorgaben für den Roboter | 11 |
| 4.2.2 Allgemeine Annahmen | 11 |
| 5 Derzeitiger und geplanter Aufbau | 13 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 5.1 | <i>Aktuelle Beschaffenheit</i> | 13 |
| 5.2 | <i>Vorgesehene Anordnung und Ausführung</i> | 14 |
| 6 | Fördersystem | 16 |
| 6.1 | <i>Fördersystem allgemein</i> | 16 |
| 6.2 | <i>Aufbau des Fördersystem</i> | 16 |
| 6.3 | <i>Komponenten des Fördersystems</i> ^[7.1] | 17 |
| 6.3.1 | Rollenbahn (RB) | 17 |
| 6.3.2 | Aufgabe/Abnahme Rollenbahn | 18 |
| 6.3.3 | Palettenspeicher (PS-RB) | 18 |
| 6.3.4 | Drehstation mit Rollenbahn (DRB) | 19 |
| 6.3.5 | Endanschlüge | 20 |
| 6.3.6 | Überstiege für Fördertechnik..... | 21 |
| 6.3.7 | Sicherheitstechnik | 22 |
| 7 | Robotersystem ^[8.1] | 23 |
| 7.1 | <i>Allgemein</i> | 23 |
| 7.2 | <i>Übersicht des Robotersystems</i> | 23 |
| 7.3 | <i>Beschreibung des Roboters</i> | 24 |
| 7.3.1 | Hand | 25 |
| 7.3.2 | Arm | 25 |
| 7.3.3 | Schwinge | 25 |
| 7.3.4 | Karussell..... | 25 |
| 7.3.5 | Grundgestell | 26 |
| 7.3.6 | Gewichtsausgleich | 26 |
| 7.4 | <i>Fundamentbefestigung</i> | 26 |
| 7.4.1 | Beschreibung | 26 |
| 7.4.2 | Fundamentlasten | 27 |
| 7.4.3 | Betongüte für Fundamente..... | 27 |
| 7.4.4 | Maßzeichnung | 28 |
| 7.5 | <i>Maschinengestellbefestigung</i> | 29 |
| 7.5.1 | Beschreibung | 29 |
| 7.6 | <i>Verbindungsleitungen und Schnittstellen</i> | 30 |
| 7.6.1 | Verbindungsleitungen | 30 |
| 7.6.2 | Schnittstelle Energiezuführung..... | 30 |
| 7.7 | <i>Technische Daten</i> | 31 |
| 7.7.1 | Grunddaten | 31 |
| 7.7.2 | Transportmaße | 32 |
| 7.7.3 | Umgebungstemperatur | 32 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 7.7.4 | Verbindungsleitungen..... | 32 |
| 7.7.5 | Achsdaten | 33 |
| 7.7.6 | Traglast | 35 |
| 7.7.7 | Anbauflansch | 36 |
| 7.7.8 | Zusatzlasten..... | 37 |
| 7.7.9 | Arbeits-, Schutz- und Gefahrenbereich..... | 37 |
| 7.7.10 | Übersicht Schutzausstattung..... | 38 |
| 8 | Schmalgangstapler | 39 |
| 8.1 | <i>Ausführung des Schmalgangstaplers</i> ^[9.1] | 39 |
| 8.2 | <i>Zoning and Positioning</i> ^[9.2] | 40 |
| 8.2.1 | Zoning and Positioning - Eigenschaften und Vorteile..... | 40 |
| 8.2.2 | Zoning | 41 |
| 8.2.3 | Gangerkennung - Eigenschaften und Vorteile | 41 |
| 8.2.4 | Zonenerkennung - Eigenschaften und Vorteile | 42 |
| 8.2.5 | Positioning..... | 42 |
| 8.3 | <i>RFID – Radio Frequency Identification</i> ^[9.2] | 43 |
| 8.3.1 | RFID Transponder - Eigenschaften und Vorteile | 43 |
| 8.3.2 | RFID im Vergleich mit aktuellen Technologien | 44 |
| 8.4 | <i>Vergleich Li-Ionen-Batterie mit Blei-Säure-Batterie</i> ^[9.3] | 44 |
| 8.4.1 | Vorteile von Lithium-Ionen Batterien..... | 44 |
| 8.4.2 | Auslegung eines Lithium-Ionen-Systems..... | 45 |
| 8.4.3 | Gegenüberstellung Tagesablauf..... | 45 |
| 8.4.3.1 | Lithium-Ionen-Batterie | 45 |
| 8.4.3.2 | Blei-Säure-Batterie | 45 |
| 8.4.4 | Ladezeiten und Zyklen | 46 |
| 8.4.5 | Gegenüberstellung der Eigenschaften..... | 47 |
| 8.4.6 | Amortisationsrechnung Lithium-Ionen- vs. Blei-Säure-Batterie | 47 |
| 9 | Verladetechnik und Werksverkehr | 49 |
| 9.1 | <i>Allgemein</i> | 49 |
| 9.2 | <i>Verladetechnik</i> ^[10.1] | 50 |
| 9.2.1 | Fuhrpark mit unterschiedlichen Ladeflächenhöhen..... | 50 |
| 9.2.2 | Hydraulische Ladebrücke | 50 |
| 9.2.2.1 | Klappkeil Ladebrücke | 51 |
| 9.2.3 | Sicheres Anfahren und Andocken | 51 |
| 9.2.3.1 | HDA-Pro Docking Assistent mit Sensoren im Torblatt | 52 |
| 9.2.4 | Industrietore | 52 |
| 9.2.4.1 | Industrie-Sectionaltore..... | 52 |
| 9.2.4.2 | Rolltore und Rollgitter | 53 |
| 9.2.5 | Anfahrpuffer | 53 |

| | | |
|---------|-------------------------------------|----|
| 9.2.5.1 | Anfahrpuffer aus Gummi und PU | 53 |
| 9.2.5.2 | Stahl-Anfahrpuffer | 53 |
| 9.2.6 | Einfahrhilfe | 53 |
| 9.3 | <i>Werksverkehr</i> | 54 |

Literatur LV

| | |
|--|-----------|
| Selbstständigkeitserklärung | 57 |
|--|-----------|

Abbildungsverzeichnis

| | |
|---|----|
| Abbildung 1: Standorte Gebauer und Griller | 3 |
| Abbildung 2: Standort Wien | 4 |
| Abbildung 3: Standort Linz | 4 |
| Abbildung 4: Standort Poysdorf | 5 |
| Abbildung 5: Entwicklungs- und Kompetenzzentrum Standort Poysdorf | 5 |
| Abbildung 6: Standort Mikulov | 5 |
| Abbildung 7: Standort Vel'ké Leváre | 6 |
| Abbildung 8: Standort Bălți | 6 |
| Abbildung 9: Standort San Juan del Rio | 7 |
| Abbildung 10: OEMs und Systemlieferanten | 7 |
| Abbildung 11: Auszug aus Produktportfolio | 8 |
| Abbildung 12: Verlegung der Starter-Generator-Leitung am Motor B47C-TÜ1 | 9 |
| Abbildung 13: Aufbau der Starter-Generator-Leitung inkl. Befestigungspunkte | 10 |
| Abbildung 14: Werksplan Poysdorf mit markierter Versandhalle 11 | 12 |
| Abbildung 15: Aktuelle Beschaffenheit der Versandhalle 11 | 13 |
| Abbildung 16: schematische Darstellung der Versandhalle 11 | 14 |
| Abbildung 17: schematische Darstellung der Automatisierung | 15 |
| Abbildung 18: Aufbau des Fördersystems | 16 |
| Abbildung 19: Rollenbahn | 17 |
| Abbildung 20: Aufgabe/Abnahme Rollenbahn | 18 |

| | |
|---|----|
| Abbildung 21: Palettenspeicher..... | 19 |
| Abbildung 22: Drehstation mit Rollenbahn | 20 |
| Abbildung 23: Endanschlag starr | 21 |
| Abbildung 24: Überstiege für Fördertechnik | 21 |
| Abbildung 25: Sicherheitszaun und Sicherheitstür | 22 |
| Abbildung 26: Robotersystem KR300-2 PA..... | 23 |
| Abbildung 27: Hauptbaugruppen Robotersystem KR300-2 PA | 24 |
| Abbildung 28: Fundamentbefestigung 175mm | 26 |
| Abbildung 29: Fundamentlasten..... | 27 |
| Abbildung 30: Fundamentbefestigung mit Zentrierring, Masszeichnung..... | 28 |
| Abbildung 31: Fundamentbefestigung 175mm | 28 |
| Abbildung 32: Maschinengestellbefestigung | 29 |
| Abbildung 33: Anschlusskasten | 31 |
| Abbildung 34: Traglast-Diagramm Roboter KR 300 PA..... | 35 |
| Abbildung 35: Anbauflansch | 36 |
| Abbildung 36: Zusatzlast Arm | 37 |
| Abbildung 37: Beispiel Achsbereich A1 | 38 |
| Abbildung 38: BT Vector A-Serie (hier halbautomatisch dargestellt) | 40 |
| Abbildung 39: Gangerkennung..... | 41 |
| Abbildung 40: Zonenerkennung | 42 |
| Abbildung 41: RFID-Transponder vs Magneten | 43 |
| Abbildung 42: Auslegung einer Li-Ion-Batterie im Vergleich zu einer Blei-Säure-Batterie | 45 |
| Abbildung 43: Tagesablauf einer Lithium-Ionen-Batterie | 45 |

| | |
|--|----|
| Abbildung 44: Tagesablauf Blei-Säure-Batterie | 46 |
| Abbildung 45: Ladezeiten einer Li-Ion-Batterie im Vergleich zu einer Blei-Säure-Batterie | 46 |
| Abbildung 46: bestehende Verladestation an Halle8 | 49 |
| Abbildung 47: Ladestation für LKW mit unterschiedlichen Ladeflächenhöhen | 50 |
| Abbildung 48: Klappkeil-Ladebrücke | 51 |
| Abbildung 49: Sicheres Anfahren und Andocken..... | 52 |
| Abbildung 50: HDA-Pro Docking Assistent | 52 |
| Abbildung 51: Anfahrpuffer..... | 53 |
| Abbildung 52: Einfahrhilfen..... | 54 |
| Abbildung 53: Werksverkehr | 54 |

Tabellenverzeichnis

| | |
|--|----|
| Tabelle 1: Fundamentlasten..... | 27 |
| Tabelle 2: Grunddaten Roboter KR 300 PA | 31 |
| Tabelle 3: Transportmaße Roboter KR300 PA..... | 32 |
| Tabelle 4: Umgebungstemperatur Roboter KR 300 PA..... | 32 |
| Tabelle 5: Verbindungsleitungen Roboter KR 300 PA..... | 32 |
| Tabelle 6: Achsdaten Roboter KR 300 PA | 33 |
| Tabelle 7: Drehrichtung der Roboterachsen..... | 33 |
| Tabelle 8: Arbeitsbereich KR 300 PA..... | 34 |
| Tabelle 9: Traglast Roboter KR 300 PA | 35 |
| Tabelle 10: Anbaufansch Roboter KR 300 PA..... | 36 |
| Tabelle 11: RFID im Vergleich mit aktuellen Technologien | 44 |
| Tabelle 12: Gegenüberstellung der Eigenschaften..... | 47 |

Abkürzungsverzeichnis

| | |
|-------------------|--|
| KEMI | Kabelwerk Entwicklung Meterware Investition |
| KPIA | Kabelwerk Poysdorf Instandhaltung Automatisierung |
| EUW | Elektrolytumwälzung |
| SOC | State of Charge |
| DOD | Depth of Discharge |
| Li-Ion | Lithium-Ionen |
| Pb | Blei |
| SAP | Systeme, Anwendungen und Produkte in der Datenverarbeitung |
| G&G/GG | Gebauer und Griller |
| Ni | Nickel |
| Ltg. | Leitung |
| ABS | Anti-Blockier-System |
| EBS | elektronisches Bremssystem |
| OEM | Original Equipment Manufacturer |
| BMW | Bayerische Motoren Werke |
| DyKo | Dynamischer Korrosionstest |
| TPE | thermoplastisches Elastomer |
| PA66/PA6 | Nylon / Perlon |
| NW12 | Nennweite 12 |
| AGD | Ansauggeräuschkämpfer |
| OMSFR | Ölmessstab-Führungsrohr |
| QR-Code | Quick Response Code |
| AC | alternating current |
| KUKA | Keller und Knappich Augsburg |
| IP | International Protection |

| | |
|-------------|---|
| dB | Dezibel |
| RAL | Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung, ehemals Reichs-Ausschuß für Lieferbedingungen |
| DIN | Deutsche Industrienorm |
| ISO | International Organization for Standardization |
| WMS | Warehouse Management System |
| VNA | very narrow aisle ... sehr schmaler Gang |
| RFID | Radio Frequency Identifikation |

1 Vorwort

Im Zuge meines berufsbegleitenden Studiums an der Fachhochschule Mittweida wurde es mir ermöglicht meine Diplomarbeit bei Gebauer und Griller in Poysdorf zu verfassen. Im Rahmen des Projektes „Industrie 4.0“ durfte ich mich mit der Automatisierung einer Versandhalle auseinandersetzen. In Zusammenarbeit mit den Abteilungen Entwicklung Investition KEMI und Instandhaltung Automatisierung KPIA durfte ich in einem Zeitraum von mehreren Monaten die derzeitigen Abläufe in der Versandhalle kennen lernen. Im Zuge dieser Abstimmungen war es mir möglich viele neue Teilgebiete außerhalb meiner derzeitigen Tätigkeit zu betrachten.

Besonderer Dank gilt den Herren Berthold Daniel, Madner Daniel und Nagl Werner, die mir dieses Thema vorgeschlagen haben und mir jederzeit mit Rat und Tat zur Seite gestanden sind. Ebenfalls bedanken möchte ich mich bei Herrn Lindner Hartmut für die gute und unkomplizierte Betreuung an der Fachhochschule Mittweida.

Auch die Kollegen der gesamten Automatisierungs- und Investitionsgruppe dürfen nicht unerwähnt bleiben. Sie haben mich jederzeit unterstützt und gut beraten, was zu einem der Grundpfeiler für das gute Gelingen der Arbeit zählte.

Ein herzliches Dankeschön möchte ich auch meiner Familie und meiner Freundin aussprechen, die mich während meines berufsbegleitenden Studiums tatkräftig unterstützt haben und auch viel Verständnis aufbringen mussten.

2 Abstract

Im Rahmen des Projektes „Industrie 4.0“ sollen nach und nach sämtliche Versandhallen der Firma Gebauer und Griller am Standort Poysdorf automatisiert werden. Im Zuge meiner Diplomarbeit darf ich mich mit einer Studie zur Automatisierung der Versandhalle 11 beschäftigen.

Bestellungen werden über SAP aufgenommen und an die vollautomatisierte Versandhalle 11 weitergeleitet. Automatische Schmalgangstapler holen aus dem Regallager die relevanten Gebinde und übergeben diese einem Fördersystem. Über das Fördersystem werden die Paletten mit den verschiedenen Kabelspulen zu einem Roboter transportiert. Der Roboter stellt auf einer leeren, oder einer bereits mit Kabelspulen teilweise vorbereiteten Palette, die eingespielte Bestellung zusammen.

Die fertige Bestellung wird je nach Verfügbarkeit der Spedition entweder sofort über das Fördersystem in den Versandbereich transportiert oder über die automatischen Schmalgangstapler zurück in das Fertigwarenlager. Teils aufgebrauchte Paletten werden über die automatischen Schmalgangstapler zurück in das Restelager gebracht. Leere Paletten werden über das Fördersystem in den Palettenspeicher transportiert und gelagert. Der Palettenspeicher versorgt den Roboter mit leeren Paletten. Im Falle eines Engpasses werden sie vollautomatisch durch die Schmalgangstapler aufgefüllt. Ist die Ware im Versandbereich angekommen, werden die Paletten von Mitarbeitern mit elektrischen Niederflurhubwagen in das jeweilige Speditionsfahrzeug verladen. Die Lastkraftwagen erreichen den Versandbereich über die Werksstraße laut bisheriger Definition. Die Beladung erfolgt nicht mehr von der Seite innerhalb der Versandhalle, sondern außerhalb über vier Docking-Ladestationen von hinten. Über eine interne Ampelregelung können die Lastkraftwagen das Gelände durch die Hallen VIII und IV verlassen. Ein vorgegebenes Intervall regelt den Verkehr und somit die Zufahrt zur Versandhalle sowie das Verlassen des Geländes.

Auf Grund der Möglichkeit von kurzen Ladezeiten und somit dem Wegfall von etwaigen Batteriewechsel werden die automatischen Schmalgangstapler mit Lithium-Ionen Batterien ausgestattet. Die Lebensdauer, der Wegfall des Batteriewechsels und nicht zuletzt die kompakten Ladestationen sprechen laut Amortisationsrechnung für den Einsatz von Li-Ionen Batterien vor Blei-Säure Batterien.

3 Unternehmen und mein Aufgabengebiet

3.1 Gebauer und Griller Kabelwerke GmbH

3.1.1 Überblick ^[3.1]

Gebauer & Griller ist eine internationale Unternehmensgruppe in Familienbesitz, die seit über 75 Jahren hochqualitative und technologisch anspruchsvolle Drähte, Kabel und Leitungssysteme für Anwendungen im Automobil, Aufzug und in der Industrie produziert. Die Orientierung liegt stets an den Herausforderungen der Kunden und der gemeinsamen Entwicklung intelligenter Lösungen.

Gebauer & Griller Kabelwerke GmbH wurde im Jahr 1940 gegründet und hat seine Zentrale in Wien. Der Gesamtumsatz von G&G lag 2014/15 bei 420 Millionen Euro. Mit 01.01.2016 beschäftigte das Unternehmen 3.205 Mitarbeiter an Standorten in aller Welt.

3.1.2 Standorte ^[3.2]



Abbildung 1: Standorte Gebauer und Griller

3.1.2.1 Standort Wien

In Wien liegt die Firmenzentrale von Gebauer & Griller, welche 1940 gegründet wurde und über 141 Mitarbeiter verfügt. Ihren Sitz finden darin neben der Geschäftsleitung die Abteilungen Finanzen sowie Vertrieb, Einkauf und Logistik.



Abbildung 2: Standort Wien

3.1.2.2 Standort Linz

In Linz befindet sich die Niederlassung der Gebauer & Griller Metallwerk GmbH mit Gründungsjahr 1946 und 193 Mitarbeitern. Auf einer Fläche von 12.000 m² werden Produkte wie Wickeldrähte, Photovoltaikdrähte sowie Halbzeuge aus Ni und Ni-Basis Legierungen hergestellt.



Abbildung 3: Standort Linz

3.1.2.3 Standort Poysdorf

Die Gebauer & Griller Kabelwerke GmbH wurde im Jahr 1975 gegründet und hat ihren Sitz in Poysdorf. Auf einer Fläche von 54.800 m² gehen 846 Mitarbeiter ihrer Arbeit nach. Die Produktpalette reicht von automotiven Leitungen und Aufzugssteuerleitungen bis hin zu Telekommunikationskabeln, Busleitungen und diversen Sonderleitungen. Außerdem ist das Entwicklungs- und Kompetenzzentrum mit 3000 m², seit seiner Gründung 2008, hier zu finden. Die Entwicklung und Konstruktion von Kabelsätzen aber auch Komponenten sowie die Prototypenfertigung und ein Labor sind in diesem Gebäude zu finden.



Abbildung 4: Standort Poysdorf



Abbildung 5: Entwicklungs- und Kompetenzzentrum Standort Poysdorf

3.1.2.4 Entwicklungs- und Konstruktionsbüros

Weitere Entwicklungs- und Konstruktionsbüros befinden sich in München, Ingolstadt und Sindelfingen um im direkten Kontakt mit den jeweiligen Automobilherstellern die Kabelsätze und Komponenten zu entwickeln. Seit 2011 befindet sich auch in Southfield, Michigan ein Vertriebsbüro.

3.1.2.5 Standort Mikulov

Am Standort Mikulov in Tschechien wurde 1994 auf 25.000 m² und derzeit 1.383 Mitarbeitern der erste, reine Produktionsstandort unter dem Namen Gebauer & Griller Kabeltechnik, spol. s.r.o eröffnet. In diesen Hallen läuft die Serienfertigung von Batteriekabelsätzen, Starter- & Generatorleitungssätzen sowie Masseleitungen und Versorgungsleitungen. In der Zwischenzeit wurde der Standort um ein eigenes Stanzwerk, für die erforderlichen Kontakteile, erweitert.



Abbildung 6: Standort Mikulov

3.1.2.6 Standort Vel'ké Leváre

In der Slowakei wurde 2013 unter der Bezeichnung GG Cables and Wires Slovakia s.r.o eine weitere Produktionsstätte auf 8.200 m² errichtet. 188 Mitarbeiter fertigen hier konfektierte Produkte für die Aufzug- und Fahrtreppenindustrie.



Abbildung 7: Standort Vel'ké Leváre

3.1.2.7 Standort Bălți

In Moldau wurde 2012 auf einem Areal von 9.200 m² eine Produktionsstätte zur Fertigung von einadrigen Leitungen für die Automobilindustrie aufgebaut. Unter dem Namen ICS „GG Cables & Wires EE“ SRL arbeiten 103 Mitarbeiter.



Abbildung 8: Standort Bălți

3.1.2.8 Standort Bangalore

Eine weitere Produktionsstätte für Kabelsätze der Aufzugs- und Fahrtreppenindustrie aber auch Photovoltaikdrähte wurde 2010 in Indien auf 2.300 m² mit 206 Mitarbeitern errichtet.

3.1.2.9 Standort San Juan del Rio

Das 2013 eröffnete Werk in Mexiko bietet 129 Menschen einen Arbeitsplatz auf 5.400 m² und wird unter dem Namen GG Cables and Wires Mexico, S. de R.L. de C.V. geführt. Von hier aus wird der Nord- und Südamerikanische Automobilmarkt mit Batteriekabelsätzen, Starter-Generator-Leitungen sowie Masse- und Versorgungsleitungen beliefert.



Abbildung 9: Standort San Juan del Rio

3.1.2.10 Standort Shenyang

Um auch dem asiatischen Automobilmarkt eine effiziente Teileversorgung zu gewährleisten wurde 2015 das vorerst letzte Werk von G&G unter dem Namen Griller Cables Technology Co., Ltd. eröffnet. 150 Mitarbeiter produzieren auf 3.000 m² die automobiltypischen Leitungssätze.

3.1.3 OEMs und Systemlieferanten



Abbildung 10: OEMs und Systemlieferanten

3.1.4 Produkte ^[3.3]

- Einadrige Leitungen – Standardleitungen für automotive Bordnetze
- Batterieleitungen – Anwendungsbeispiele: Versorgungsleitungen, Starter-Generator-Ltg.
- Mantelleitungen – Anwendungsbeispiele: Airbag, Achsverkabelung (ABS, EBS)
- Geschirmte Mantelleitungen – Anwendungsbeispiele: Motorsteuerung, Wegfahrsperre
- Koaxialleitungen – Anwendungsbeispiele: Antennenleitung für Audio und Video
- POF (Polymer Optical Fiber) – Anwendungsbeispiele: Steuerung und Datenübertragung
- Konfektionslinien für Batteriekabelsätze, Starter-Generator-Leitungen, Masseleitungen, Versorgungsleitungen und Aufzugssteuerleitungen.
- Sonderkonstruktionen für den jeweiligen Anwendungsbereich
- Halbzeuge sowie Flachdrähte aus Nickel und Nickel-Basis Legierungen
- Verzinnte Kupferflachdrähte und Wickeldrähte Wickeldrähte



Abbildung 11: Auszug aus Produktportfolio

3.2 Aufgabengebiet

Als Resident Engineer der Firma Gebauer & Griller stehe ich dem OEM BMW direkt im Motorenwerk zur Verfügung um die Entwicklung und Betreuung von Kabelsätzen und Komponenten durchzuführen. Vor Ort können die auftretenden Probleme durch direkten Kundenkontakt in den jeweiligen Projektteams analysiert und behoben werden. Durch meine Kundennähe bin ich erster Ansprechpartner zu sämtlichen dieselspezifischen Themen bei BMW.

Der Werdegang einer Starter-Lade-Leitung beginnt mit der Konzeptphase, wird über die unterschiedlichen Entwicklungs- und Bestätigungsbaugruppen weiterentwickelt, bis das Bauteil die Serienreife erlangt. In Serie wird der Leitungssatz weiterhin begleitet.

Ziel des Projektes ist die konstruktive Auslegung eines Serienstandes der Starter-Generator-Leitung in der vorgegebenen Fahrzeug-Motor-Kombination.

Die Kontaktteile sollen so einfach wie möglich und so komplex wie erforderlich dargestellt werden um Starter und Generator sowohl frei von Kollisionen als auch vor Konfliktpotential zu erreichen. Material, Oberfläche und Geometrie werden an die vorherrschende Topologie angepasst und nach bisher aufgebautem Know-How vorangegangener Projekte ausgelegt. Handlungsbedarfe werden durch die einzelnen Erprobungen wie DyKo, Shaker, Dauerlauf, ... aufgezeigt.

Um das Routing des Leitungssatzes definieren zu können, werden verschiedenste Anbindungspunkte mit unterschiedlichsten Befestigungssystemen ausgearbeitet und mit den betroffenen Bauteilen abgestimmt. Dabei wird die Gleichteilestrategie berücksichtigt um die Investitionskosten zu senken.

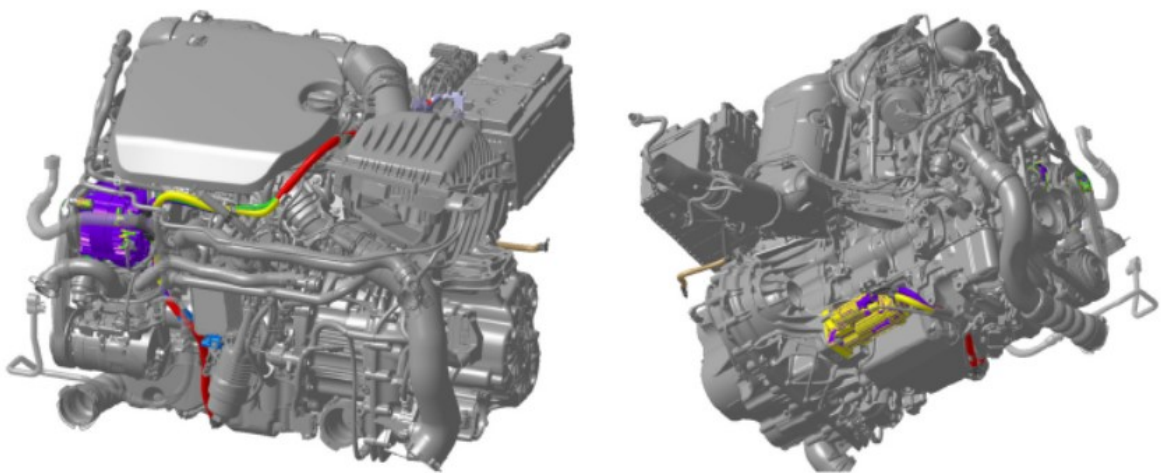


Abbildung 12: Verlegung der Starter-Generator-Leitung am Motor B47C-TÜ1

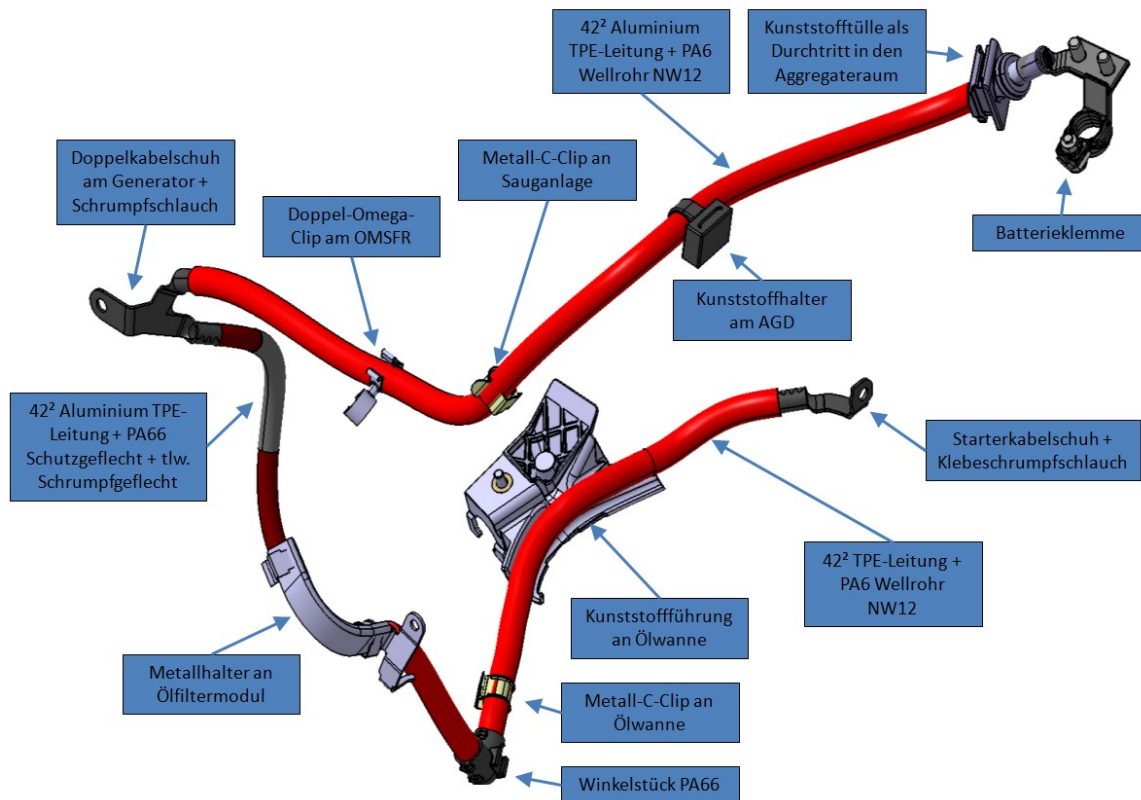


Abbildung 13: Aufbau der Starter-Generator-Leitung inkl. Befestigungspunkte

4 Aufgabenstellung und geplante Umsetzung

4.1 Aufgabenstellung

Für die Versandhalle 11 soll eine Studie zur Automatisierung durchgeführt werden. Als Ziel des Projektes wird die auftragsbezogene Kommissionierung von Spulen gesehen.

4.2 Geplante Umsetzung/Ablauf

Ein automatisches Fördersystem entnimmt aus einem Regalsystem Paletten mit darauf befindlichen Spulen. Diese Paletten werden auf Förderbändern zum Entladen positioniert und dadurch einem Industrieroboter zur Verfügung gestellt. Der Roboter entnimmt die erforderlichen Spulen und stellt den eingegangenen Auftrag zusammen. Geleerte oder teilbefüllte Paletten werden durch das Fördersystem an den jeweiligen dafür vorgesehenen Lagerplatz zurückgeführt. Die notwendigen Daten, um die korrekten Paletten aus dem Regalsystem zu entnehmen, werden durch SAP zur Verfügung gestellt. Ebenso werden die zur Kommissionierung eines Auftrages notwendigen Daten wie zum Beispiel Spulengröße, Artikelnummer, etc. durch SAP bereitgestellt.

4.2.1 Arbeitsweise/Vorgaben für den Roboter

Durch die Schnittstelle „SAP“ ist der Steuerung bekannt, welche Spulen bzw. Artikel sich auf einer bereitgestellten „Regalpalette“ befinden. Die Entnahme einer Spule erfolgt durch einen Greifer, welcher die Spulen in der Bohrung aufnimmt. Auf einer Versandpalette können sich unterschiedliche Spulengrößen bzw. Artikel befinden. Um die genaue Position der Spulen auf der Palette zu bestimmen, befindet sich auf dem Arm des Roboters ein Kamerasystem, welches ein Bild der Spule und Palette erstellt. Über eine entsprechende Bildverarbeitung kann neben dem Artikel, welcher durch einen Barcode oder QR-Code definiert ist, auch die Bohrung im Flansch der Spule detektiert werden und somit die Position auf der Palette bestimmt werden. Der Roboter stellt die zum Versand bestimmte Palette laut eingegangenem Auftrag zusammen. Vorbereitete bzw. abgeschlossene Aufträge werden im Fertigwarenlager zur Zwischenlagerung bzw. im Versandbereich zur Verladung platziert.

4.2.2 Allgemeine Annahmen

Auf einer einzelnen Palette im Regalsystem befinden sich gleiche Spulen, bezogen auf die Spulendimension, und Artikel. Eine Unterscheidung der Spulen, welche sich auf einer

Palette befinden, ist nicht erforderlich. Die Aufnahmebohrungen sind bei allen Spulen gleich und das maximale Spulengewicht beträgt 300kg. Es wird ein Etikett auf dem Spulenflansch angebracht, welches mit einem Barcode oder QR-Code versehen ist. Das Etikett befindet sich außerhalb des Kerndurchmessers, wo es ohne Einschränkungen fixiert werden kann.

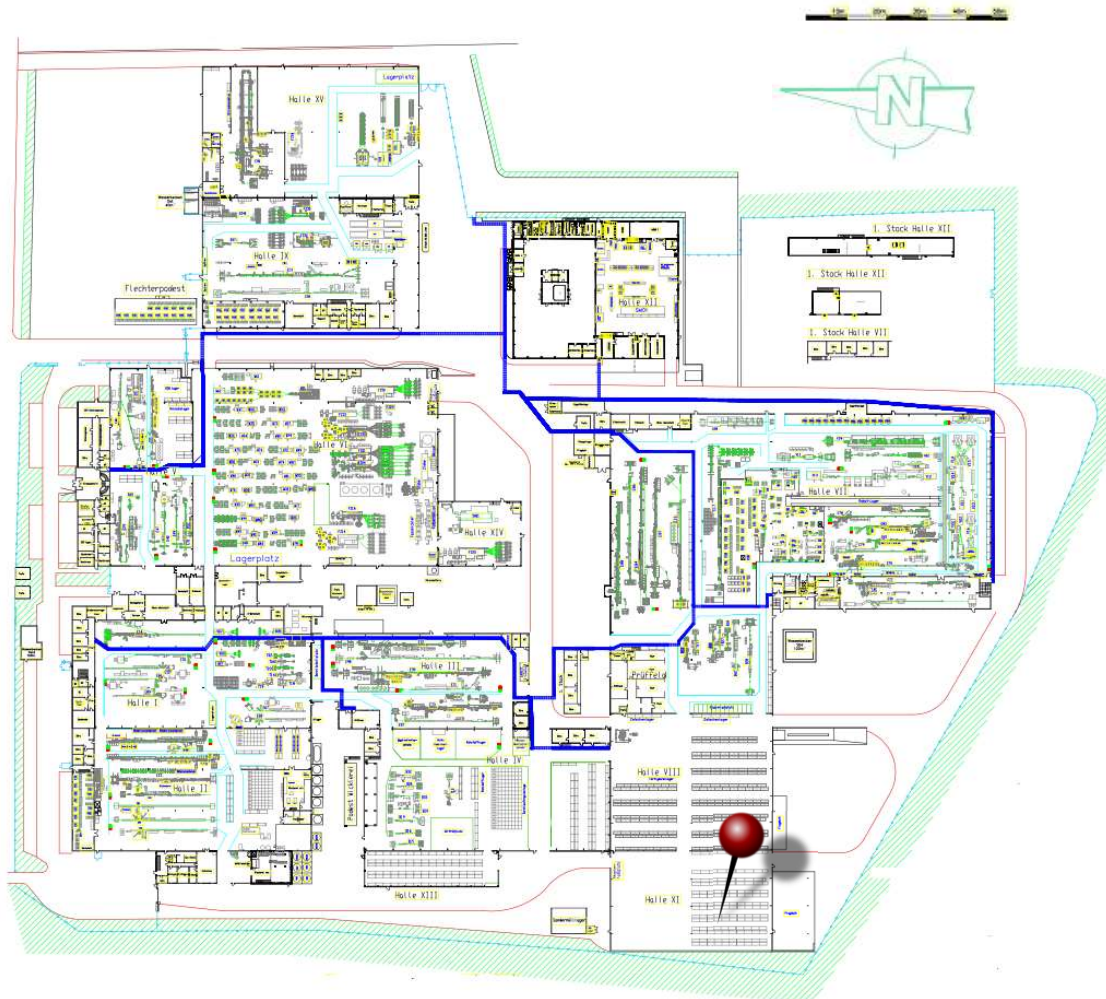


Abbildung 14: Werksplan Poysdorf mit markierter Versandhalle 11

5 Derzeitiger und geplanter Aufbau

5.1 Aktuelle Beschaffenheit



Abbildung 15: Aktuelle Beschaffenheit der Versandhalle 11

Die Versandhalle 11 befindet sich im Südwesten des gesamten Werksgeländes in Poysdorf und kann von den Speditionen über die Werksstraße erreicht werden. Aktuell findet die Beladung der Lastkraftwagen innerhalb der Halle statt. Dabei werden die Fahrzeuge seitlich beladen. Nach vollständiger Beladung, Versorgung der Ware, sowie Herstellung der Fahrtüchtigkeit, verlässt der Lastkraftwagen die Versandhalle 11 in Richtung Ausgang, der sich im Nordosten des Werksgeländes befindet. Siehe Werksplan auf der vorangegangenen Seite. Sobald der LKW die Halle verlassen hat, kann der nächste vorfahren und beladen werden.

Die Zusammenstellung der Ware sowie die Verladung wird von vier Staplern inkl. Fahrer übernommen. Dazu werden die einzelnen Gebinde aus dem Regallager geholt, welches von Norden nach Süden angeordnet ist, abgestellt und die erforderlichen Spulen auf einer neuen Palette positioniert. Die fertige Bestellung wird auf einem vordefinierten Bereich am Boden abgestellt. Aus diesem Fertigwarenlager erfolgt die Beladung der Speditionen. Vor der Halle befindet sich ein offenes, überdachtes Lager mit den verschiedensten, gesperrten Materialien wie Kabelmeterware, Kunststoffpellets für Isolationen, Verpackungsmaterial etc.

Als direktes Nebengebäude inkl. Verbindungstor findet sich Halle 8, bei der es sich

ebenfalls um ein reines Versandlager handelt. Der dort herrschende Durchzug an Staplern aber auch Radfahrern und Personen stellt ein erhebliches Sicherheitsrisiko dar.

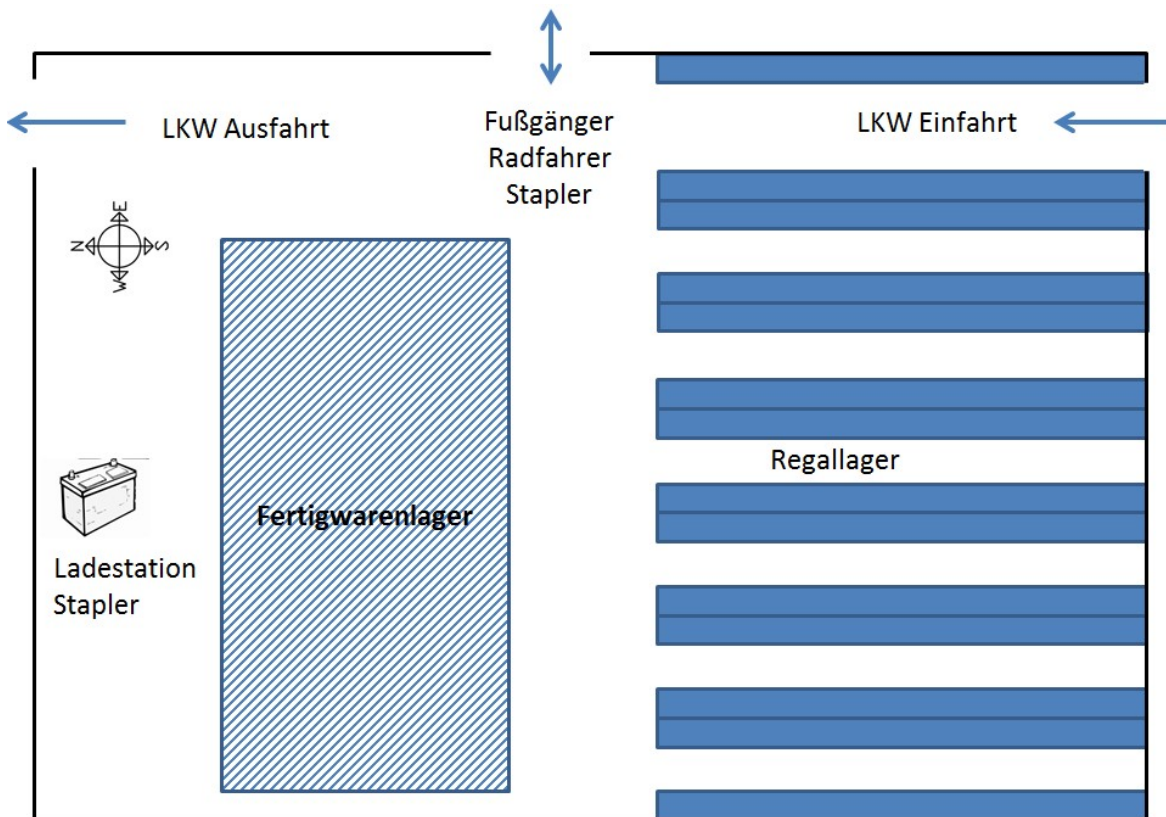


Abbildung 16: schematische Darstellung der Versandhalle 11

5.2 Vorgesehene Anordnung und Ausführung

Das Regallager wird in den Norden der Halle verlagert und verläuft von Osten nach Westen, dadurch kann nahezu die komplette Breite der Halle genutzt werden. Im Südosten wird das Fördersystem aufgebaut. Das Fördersystem wird von fünf vollautomatischen Schmalgangstaplern versorgt und entladen. Fertige Bestellungen kommen je nach Verfügbarkeit der Spedition in das Fertigwarenlager oder in den Versandbereich, wo die Ware sofort mittels elektrischer Hubwagen verladen werden kann. Die Zusammenstellung der verschiedenen Gebinde wird am Förderband durch einen Roboter realisiert. Halbvolle Gebinde nach der Zusammenstellung gehen zurück in das Regallager.

Um die Sicherheit im Bereich des Durchgangs zur Halle 8 zu erhöhen, wird das Regallager sowie der Arbeitsbereich der automatischen Schmalgangstapler baulich, durch einen Sicherheitszaun abgegrenzt.

Die Ladestationen werden selbstständig von den automatischen Flurförderzeugen angefahren um die Lithium-Ionen Batterien aufzuladen.

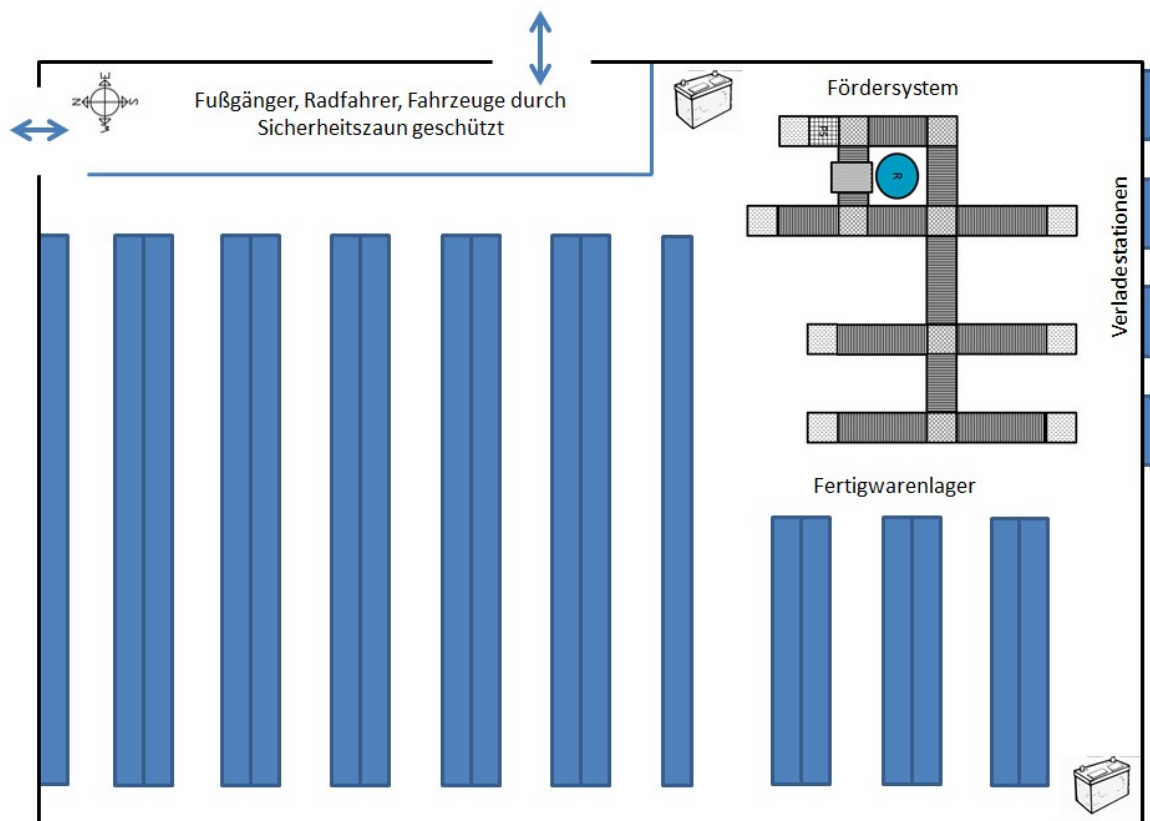


Abbildung 17: schematische Darstellung der Automatisierung

6 Fördersystem

6.1 Fördersystem allgemein

Das Fördersystem übernimmt die verschiedenen Paletten aus dem Regallager, welche durch das Flurförderfahrzeug bereitgestellt werden und transportiert die Gebinde zum Roboter. Leere Paletten werden aus dem Palettenspeicher zur Verfügung gestellt, der entweder von außen oder mit, durch den Roboter geleerten, Paletten bestückt. Nachdem der Roboter die Bestellung zusammengestellt hat, wird das fertige Gebinde entweder Richtung Versand oder Richtung Fertigwarenlager transportiert. Dabei unterscheidet das Flurfördersystem zwischen Fertig- und Restelager. Im Fertigwarenlager werden Paletten die bereit zum Versand sind zwischengelagert. Sobald sich die Spedition am Haupttor anmeldet, werden die Bestellungen aus dem Fertigwarenlager geholt und über das Fördersystem in den Versandbereich geliefert.

6.2 Aufbau des Fördersystem

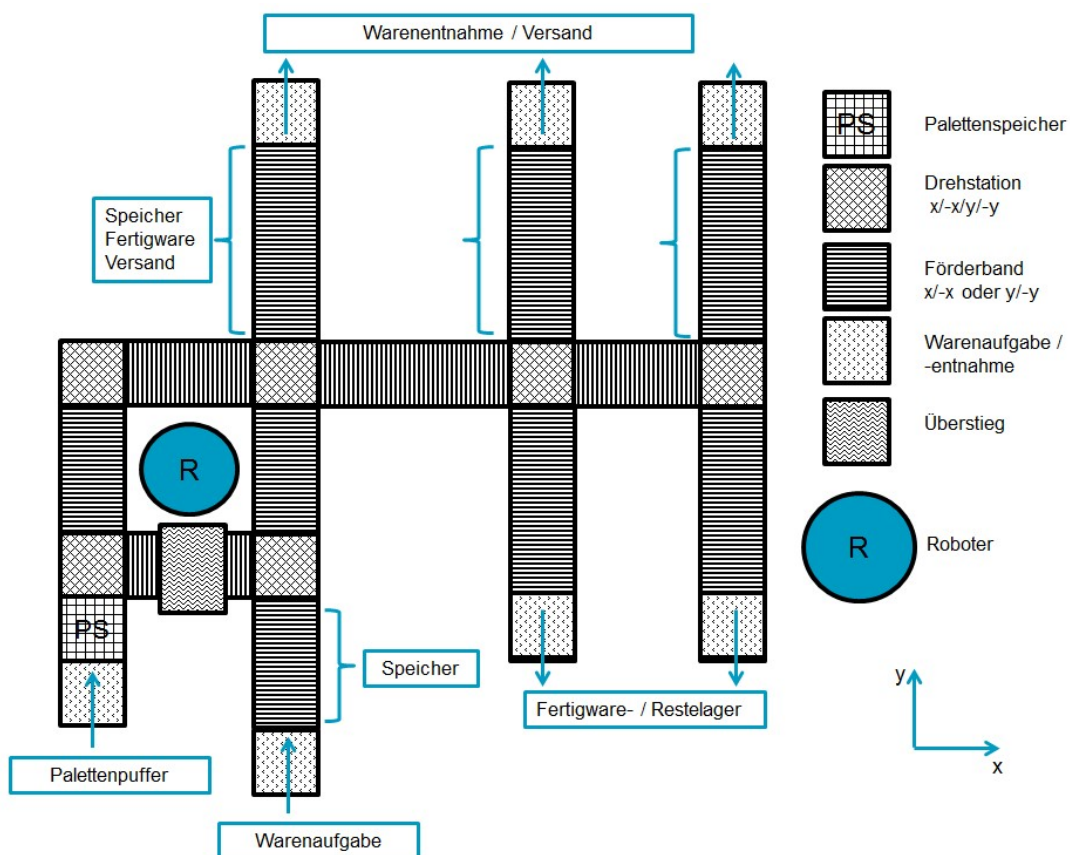


Abbildung 18: Aufbau des Fördersystems

6.3 Komponenten des Fördersystems ^[7.1]

6.3.1 Rollenbahn (RB)

Die Rollenbahn wird für den horizontalen Transport von Ladeeinheiten auf einer bestimmten Förderhöhe eingesetzt.

Der Ladungsträger wird auf angetriebenen Tragrollen gefördert, welcher über einen tangential wirkenden Kettentrieb realisiert wird.

Um unbeabsichtigte Eingriffe auf Kette, Kettenräder und Umlenkrollen zu verhindern, sind diese mit Schutzblechen verkleidet.

Zum Ausgleich von Bodenunebenheiten sind die Stützfüße über Gewindestangen (± 40 mm) höhenverstellbar. Die Stützen und die Antriebseinheit sind verschiebbar.

Technische Daten:

| | |
|-------------------------|-----------------------------------|
| Fördergeschwindigkeit: | max. 0,3 m/s |
| Antriebsleistung: | max. 0,55 kW |
| Rollenbahnlänge (RB1): | min. 720 mm - max. 4.500 mm |
| Förderhöhe (RB2): | min. 350 mm - max. 2.000 mm |
| Nennbreite (NB): | min. 880 mm - max. 1.280 mm |
| Rollenbahnbreite (RB3): | NB + 200 mm |
| Lage Antrieb (RB7): | min. 370 mm |
| Rollendurchmesser: | 80 mm |
| Rollenwanddicke: | 3 mm |
| Rollenteilung (RB4): | 120 – 200 mm (in 20 mm Schritten) |

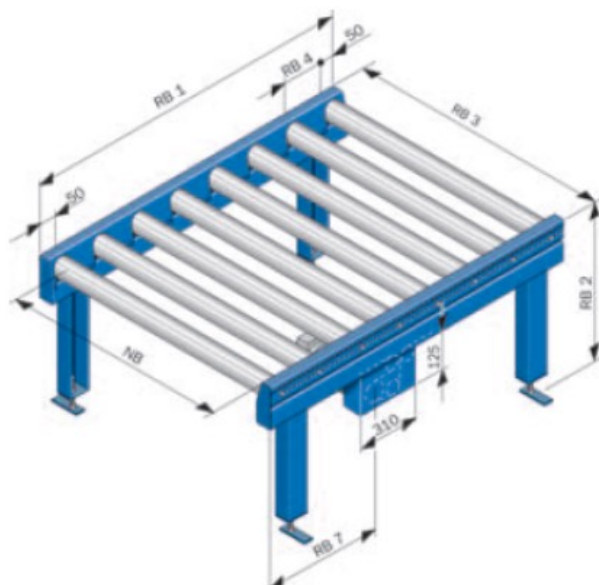


Abbildung 19: Rollenbahn

6.3.2 Aufgabe/Abnahme Rollenbahn

Mit der Aufgabenrollenbahn können Transporteinheiten mit einem Gabelstapler aufgegeben bzw. angenommen werden.

Rammschutz und Zentriereinrichtungen ermöglichen ein sicheres Aufsetzen der Transporteinheiten auf den Aufgaberollenförderer.

Der Aufgabenrollenförderer ist so konstruiert, dass er ein Unterfahren durch den Gabelstapler oder Gabelhubwagen bei der Aufgabe der Transporteinheiten ermöglicht.

Um unbeabsichtigte Eingriffe auf Kette, Kettenräder und Umlenkrollen zu verhindern, sind diese mit Schutzblechen verkleidet.

Bei Abnahme Förderer entfällt die Zentriereinrichtung auf dem Rammschutz.

Technische Daten:

Außenbreite Aufgabe (AT10): RB3 + 210 mm

Außenlänge Aufgabe (SGF15): Palettenlänge + 100 mm

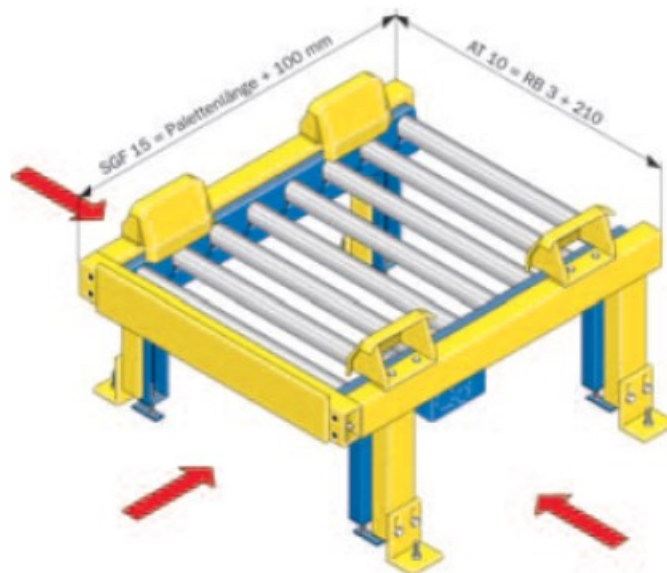


Abbildung 20: Aufgabe/Abnahme Rollenbahn

6.3.3 Palettenspeicher (PS-RB)

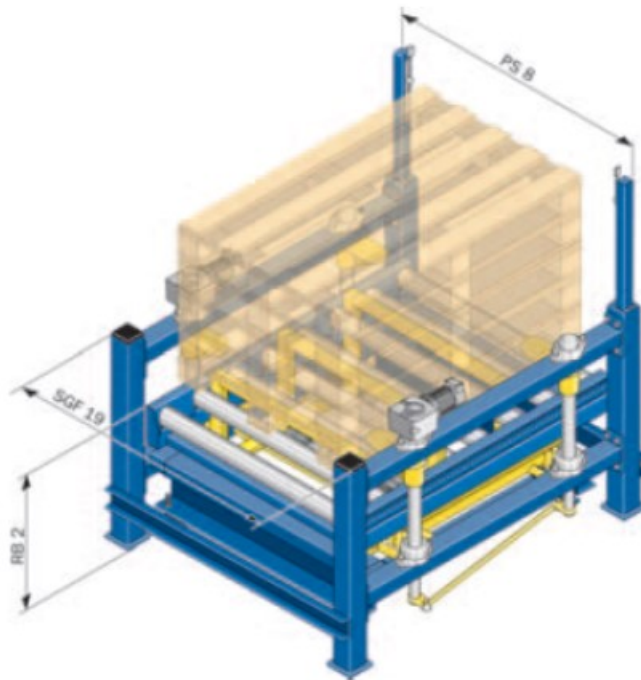
Der Palettenspeicher, integriert in eine Förderstrecke, dient zum Entstapeln bzw. Stapeln der Paletten und zum Be- bzw. Entladen einer Ladungseinheit auf eine Systempalette.

Der Palettentransport wird über eine Rollenbahn durchgeführt, die im Palettenspeicher angeordnet ist. Die Palette wird über eine Exzenterhubstation angehoben.

Durch das Greifsystem werden Paletten nach und nach vereinzelt bzw. einzelne einlaufende Paletten übereinander gestapelt.

Technische Daten:

| | |
|---------------------------------|---------------------------------|
| Kapazität: | 15 Leerpaletten |
| Hubzeit: | 2,5 s |
| Schwenkzeit: | 1,5 s |
| Antriebsleistung Schwenken: | 2 x 0,37 kW |
| Antriebsleistung Hub: | max. 1,5 kW |
| Palettenspeicherbreite (SGF19): | min. 1.210 mm bis max. 1.610 mm |
| Förderhöhe (RB2): | min. 500 mm |
| Exzenterhub total: | 240 mm |

**Abbildung 21: Palettenspeicher****6.3.4 Drehstation mit Rollenbahn (DRB)**

Die Drehstation mit Rollenbahn dient zum Richtungswechsel bzw. zur Wendung von Ladeeinheiten im Längstransport.

Die Drehung beträgt im Standardfall 90° bis 180°.

Die Drehbewegung erfolgt über ein direkt auf die Motorwelle gesetztes Ritzel, das über den Zahnkranz der Kugeldrehverbindung den stufenlos einstellbaren Drehwinkel ausführt.

Die Drehlagerung erfolgt über eine Kugeldrehverbindung.

Die Stromzuführung zum drehenden Oberteil erfolgt mit einer Energiekette.

Technische Daten:

| | |
|--------------------------------|-------------------------|
| Dreh- und Positionierzeit 90°: | 5 s |
| Drehwinkel: | max. 270° (+90°; -180°) |
| Antriebsleistung: | max. 0,37 kW |
| Förderleistung 90°: | max. 180 Pal/h |
| Rollenbahnlänge (RB1): | 1.500 mm |
| Fördererhöhe (DS2): | min. 450 mm |
| | max. 1.000 mm |
| Nennbreite (NB): | min. 880 mm |
| | max. 1.280 mm |
| Fördererbreite (RB3): | NB + 200 mm |
| Drehtischdurchmesser (DT1): | 1.800 mm |

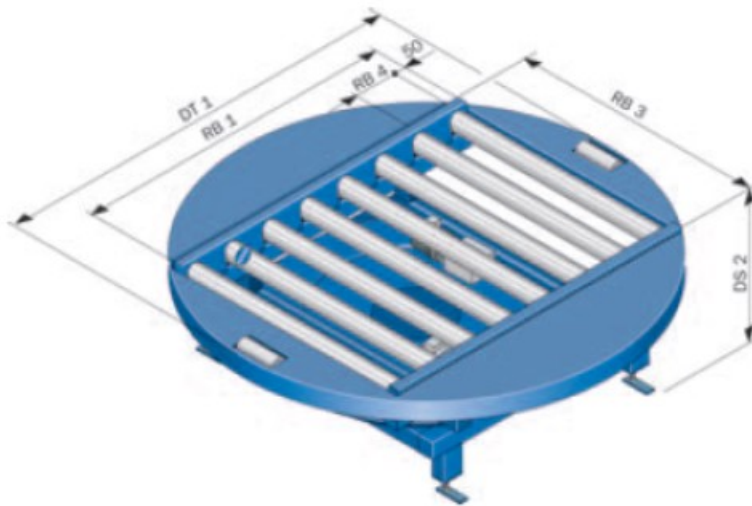


Abbildung 22: Drehstation mit Rollenbahn

6.3.5 Endanschlüge

Endanschlüge werden zur Ausrichtung von Ladungsträgern an der Fördertechnik eingesetzt. Dabei gibt es feste und bewegliche Endanschlüge.

Bewegliche Endanschlüge werden zum Beispiel bei Eckumsetzungen mit durchlaufendem Materialfluss angewandt.

Der bewegliche Endanschlag kann elektromechanisch oder pneumatisch bewegt werden.



Abbildung 23: Endanschlag starr

6.3.6 Überstiege für Fördertechnik

Überstiege gibt es in verschiedenen Ausführungen für Rollen- und Kettenfördertechnik. Sie ermöglichen ein Überqueren der Fördertechnik für Wartungs- und Servicezwecke.



Abbildung 24: Überstiege für Fördertechnik

6.3.7 Sicherheitstechnik

Die Sicherheitseinrichtungen sind für den Personenschutz konzipiert. Sie verhindern oder erschweren die Zugänglichkeit an gefährdeten Stellen innerhalb der Förderanlage (z.B. Zugang Roboter, Drehstation, ...)



Abbildung 25: Sicherheitszaun und Sicherheitstür

7 Robotersystem [8.1]

7.1 Allgemein

Nachdem das Fördersystem die korrekte Palette mit den umzuschichtenden Spulen bereitgestellt hat, wird über ein geeignetes Robotersystem die Bestellung zusammengestellt. Dabei werden die Spulen durch einen Scanvorgang detektiert und verortet. Der Roboter kann die Spulen in den dafür vorgesehenen Aufnahmebohrungen mit dem darauf ausgelegten Werkzeug aufnehmen. Position und Artikel werden durch ein Kamerasystem ermittelt, welches zusätzlich am Arm montiert ist.

Die Anforderung nach max. 300 kg pro Spule ergibt folgendes Robotersystem:

KR300-2 PA

7.2 Übersicht des Robotersystems

Das Robotersystem besteht aus folgenden Komponenten:

- | | |
|------------------------|--------------------------------|
| 1 ... Manipulator | 2 ... Verbindungsleitung |
| 3 ... Robotersteuerung | 4 ... Programmierhandgerät KCP |
| 5 ... Software | 6 ... Optionen, Zubehör |

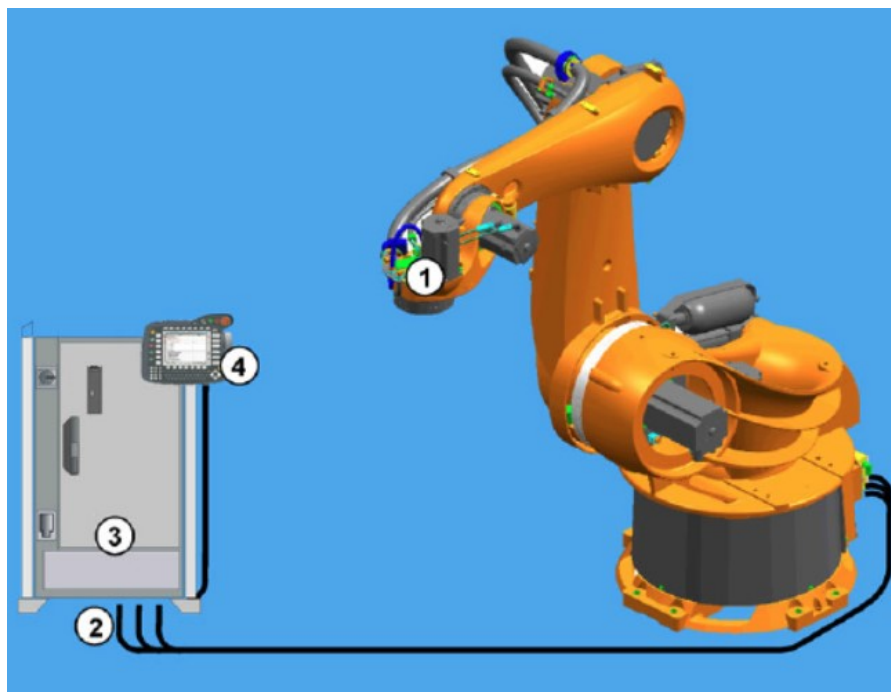


Abbildung 26: Robotersystem KR300-2 PA

7.3 Beschreibung des Roboters

Dieser Roboter ist als 5-achsige Gelenkkinematik ausgelegt. Die Strukturbauteile der Roboter sind Leichtmetall- und Eisengusskonstruktionen. Der Antrieb erfolgt durch AC-Servomotoren. Zum Ausgleich der Lastmomente um Achse 2 wird ein hydro-pneumatischer Gewichtsausgleich eingesetzt.

Der Roboter besteht aus folgenden Hauptgruppen:

- Hand (1)
- Arm (2)
- Schwinge (3)
- Karussell (7)
- Grundgestell (6)
- Gewichtsausgleich (4)
- Elektro-Installation (5)

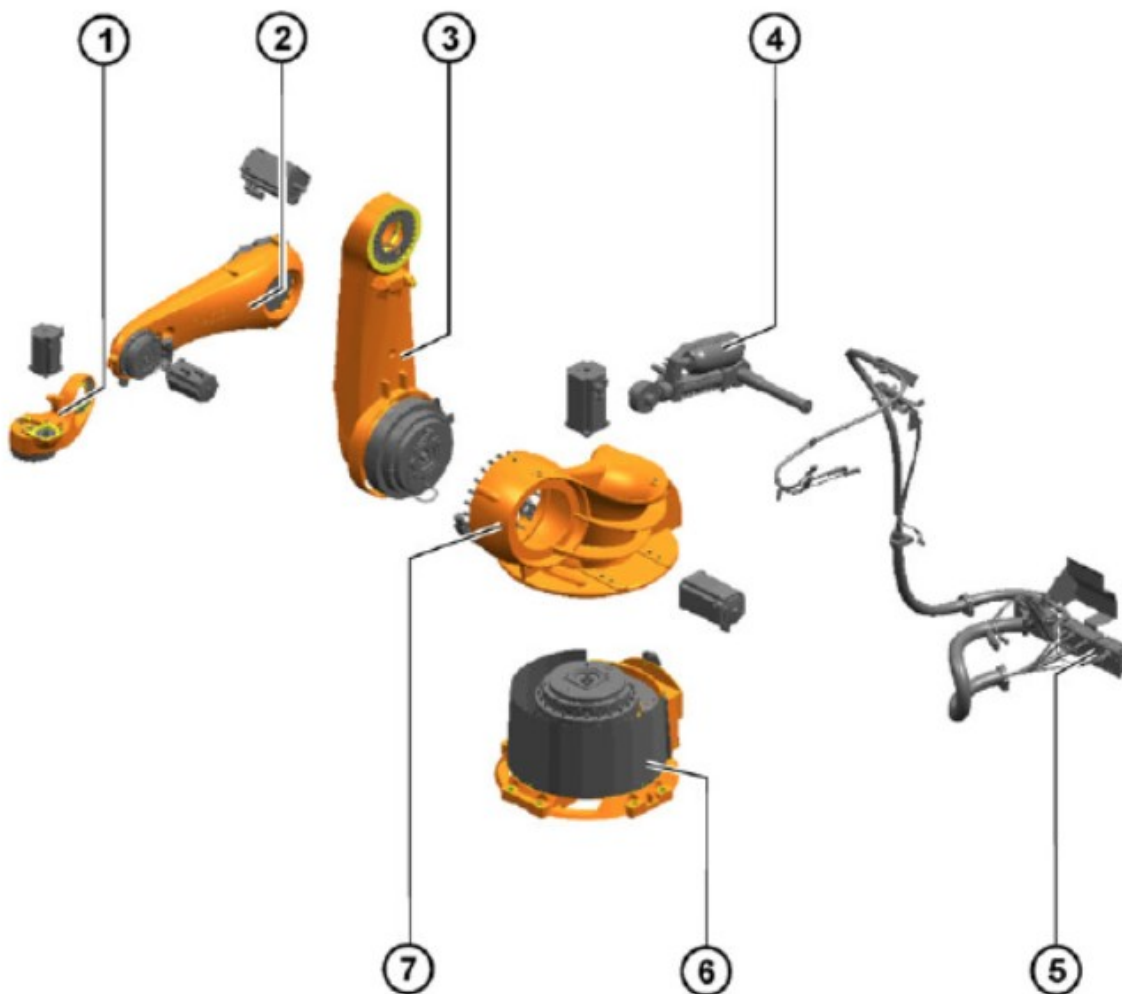


Abbildung 27: Hauptbaugruppen Robotersystem KR300-2 PA

7.3.1 Hand

Die Robotervariante KR300 PA wird mit einer zweiachsigen Hand für 300 kg Nenntaglast ausgerüstet. Die Hand ist am Arm über ein Getriebe mit Motor angebaut und wird von diesem angetrieben. Hauptbauteile der Hand sind Schwenkrahmen Motor Achse 6 und das zugehörige Getriebe. Die Abtriebsseite der Achse 6 wird vom Anbauflansch verkörpert. Als Antrieb kommt ein bürstenloser AC-Servomotor mit Permanentmagnet-Einscheibenbremse und Hohlwellen-Resolver, beide integriert, zum Einsatz. Die Permanentmagnet-Einscheibenbremse hat bei Stillstand des Servomotors Haltefunktion oder unterstützt mit einer Kurzschlussbremsung (z. B. Loslassen der Zustimmungstaste(n)) im Testbetrieb das Abbremsen der Achse 6. Die Kurzschlussbremsung darf nicht zum normalen Stillsetzen des Roboters verwendet werden. Am Anbauflansch der Achse 6 können die Werkzeuge angebaut werden. Die Hand ist als Hohlwellenhand ausgeführt und verfügt über Durchgangsbohrung mit einem Durchmesser von 60 mm. Zu dieser Gruppe gehört auch eine Aufnahme mit einer Messpatrone über die entweder mit einer Messuhr oder mit einem elektronischen Messtaster (Zubehör) die mechanische Nullstellung der Achse ermittelt und in die Steuerung übernommen werden kann.

7.3.2 Arm

Der Arm ist das Übertragungselement zwischen Hand und Schwinge. Er nimmt über das Getriebe den Schwenkrahmen der Hand auf. Diese Getriebe-Motor-Kombination verkörpert die Achse 5, die im Betrieb nicht frei wählbar angesteuert werden kann. Der Antrieb des Arms erfolgt durch einen AC-Servomotor über ein Getriebe, das zwischen Arm und Schwinge eingebaut ist. Dieses Getriebe ist auch die Lagerung für den Arm. Der maximal zulässige Schwenkwinkel wird durch je einen Anschlag in Plus- und Minus-Richtung mechanisch begrenzt. Die Puffer sind am Arm angebracht. Die dazugehörigen Anschläge befinden sich an der Schwinge.

7.3.3 Schwinge

Die Schwinge ist die zwischen Karussell und Arm gelagerte Baugruppe. Sie ist im Karussell einseitig im Getriebe der Achse 2 gelagert und wird von einem AC-Servomotor angetrieben. Bei Bewegungen um die Achse 2 wird die Schwinge um das feststehende Karussell bewegt. Der Kabelbaum der Elektro-Installation verläuft im Inneren der Schwinge und wird durch Klappschellen fixiert.

7.3.4 Karussell

Das Karussell nimmt die Motoren der Achse 1 und 2 auf. Die Drehbewegung der Achse 1 wird durch das Karussell ausgeführt. Es ist über das Getriebe der Achse 1 mit dem Grundgestell verschraubt. Im Inneren des Karussells ist der AC-Servomotor für den Antrieb der Achse 1 untergebracht. An der Rückseite ist das Gegenlager für den

Gewichtsausgleich in das Karussellgehäuse integriert. Am Karussell werden auch die beiden Gabelstaplertaschen angeschraubt, wenn der Roboter mit dem Gabelstapler transportiert wird.

7.3.5 Grundgestell

Das Grundgestell ist die Basis des Roboters. Es wird mit dem Fundament verschraubt. Im Grundgestell sind die Schnittstellen der Elektro-Installation und der Energiezuführung (Zubehör) untergebracht. Grundgestell und Karussell sind über das Getriebe der Achse 1 miteinander verbunden. Im Grundgestell ist der Kabelschlepp für die Elektro-Installation und Energiezuführung untergebracht.

7.3.6 Gewichtsausgleich

Der Gewichtsausgleich ist eine zwischen Karussell und Schwinge eingebaute Baugruppe, die bei Stillstand und Bewegung des Roboters auftretende Momente um die Achse 2 minimiert. Hierzu wird ein geschlossenes, hydropneumatisches System eingesetzt. Das System umfasst einen Hydrospeicher, einen Hydraulikzylinder mit den zugehörigen Leitungen, ein Manometer und ein Sicherheitsventil.

7.4 Fundamentbefestigung

7.4.1 Beschreibung

Die Fundamentbefestigung mit Zentrierring kommt zum Einsatz, wenn der Roboter am Boden, also direkt auf einem Betonfundament, befestigt wird.

Die Fundamentbefestigung besteht aus:

Variante der Befestigung setzt eine ebene und glatte Oberfläche auf einem tragfähigen Betonfundament voraus. Das Betonfundament muss die auftretenden Kräfte sicher aufnehmen können. Die Mindestabmessungen müssen eingehalten werden.

- 1 ... Betonfundament
- 2 ... Verbundanker (Klebedübel)
- 3 ... Bolzen
- 4 ... Sechskantschraube
- 5 ... Platte

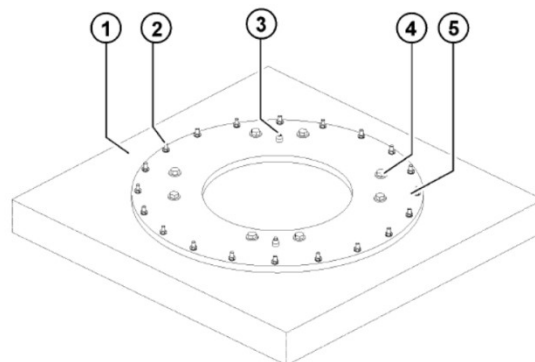


Abbildung 28: Fundamentbefestigung 175mm

7.4.2 Fundamentlasten

Die angegebenen Kräfte und Momente enthalten bereits die Traglast und Massenkraft (Gewicht) des Roboters.

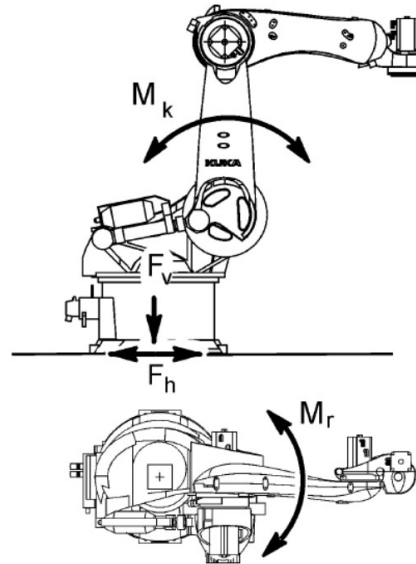


Abbildung 29: Fundamentlasten

| Art der Belastung | Kraft/Moment/Masse |
|------------------------------------|--------------------------------|
| F_v = vertikale Kraft | $F_{vmax} = 40.500 \text{ N}$ |
| F_h = horizontale Kraft | $F_{hmax} = 23.500 \text{ N}$ |
| M_K = Kippmoment | $M_{Kmax} = 84.500 \text{ Nm}$ |
| M_r = Drehmoment | $M_{rmax} = 45.500 \text{ Nm}$ |
| Gesamtmasse für Fundamentbelastung | 2.290 kg |
| Roboter | 1.940 kg |
| Gesamtlast für Fundamentbelastung | 350 kg |

Tabelle 1: Fundamentlasten

7.4.3 Betongüte für Fundamente

Bei der Herstellung von Fundamenten aus Beton ist auf die Tragfähigkeit des Untergrunds und auf landesspezifische Bauvorschriften zu achten. Der Beton muss frei von Rissen sein und die Qualität folgender Norm erfüllen:

- B25 nach DIN 1045:1988
- C20/25 nach DIN EN 206-1:2001/DIN 1045-2:2001

7.4.4 Maßzeichnung

In der folgenden Abbildung sind alle Informationen zur Fundamentbefestigung sowie die erforderlichen Fundamentdaten dargestellt.

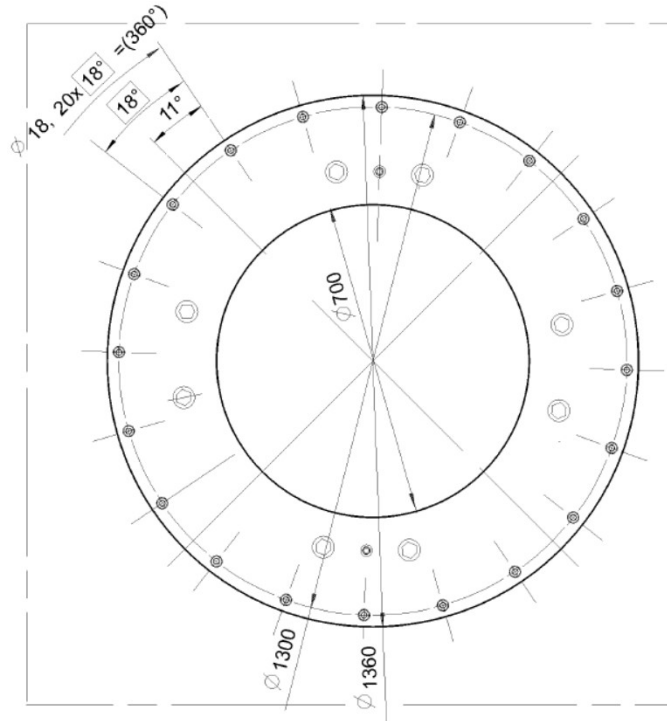


Abbildung 30: Fundamentbefestigung mit Zentrierring, Masszeichnung

Zur sicheren Einleitung der Dübelkräfte sind die in der folgenden Abbildung angegebenen Maße im Betonfundament einzuhalten.

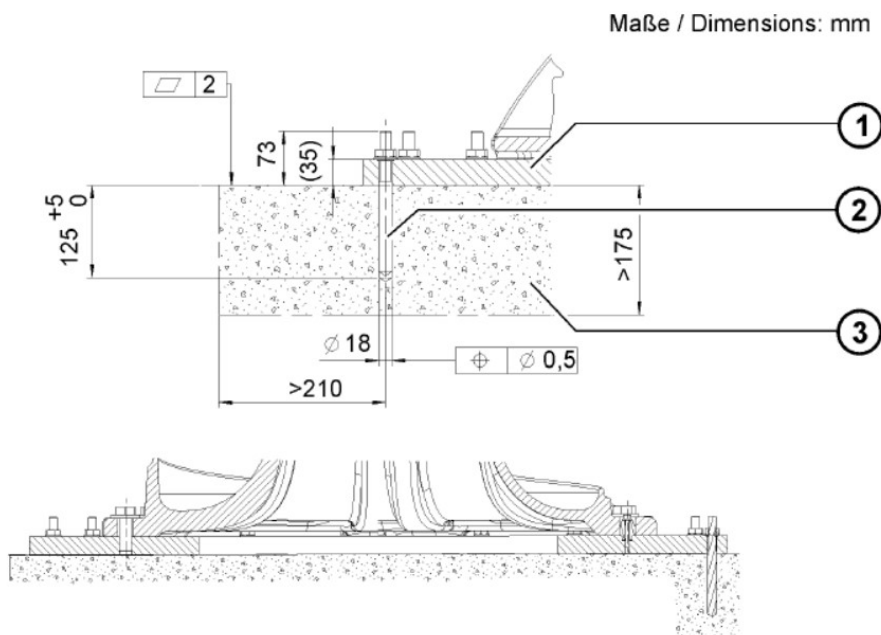


Abbildung 31: Fundamentbefestigung 175mm

- 1 ... Fundamentplatte
- 2 ... Verbundanker (Klebedübel) mit Dynamik-Set
- 3 ... Betonfundament

7.5 Maschinengestellbefestigung

7.5.1 Beschreibung

Die Baugruppe Maschinengestellbefestigung mit Zentrierung kommt zum Einsatz, wenn der Roboter auf einer Stahlkonstruktion, einem Aufbaugestell (Konsole) oder einer KUKA-Lineareinheit gefestigt wird. Die Unterkonstruktion muss sicherstellen, dass die auftretenden Kräfte (Fundamentlasten) sicher aufgenommen werden. In der nachstehenden Abbildung sind alle Informationen enthalten, die zur Herstellung der Auflagefläche erforderlich sind und eingehalten werden müssen.

Die Maschinengestellbefestigung besteht aus:

- Bolzen mit Befestigungsteilen
- Schwertbolzen mit Befestigungsteilen
- Sechskantschrauben mit Spannscheiben

- 1 ... Sechskantschraube, 8x
- 2 ... Schwertbolzen
- 3 ... Bolzen
- 4 ... Auflagefläche

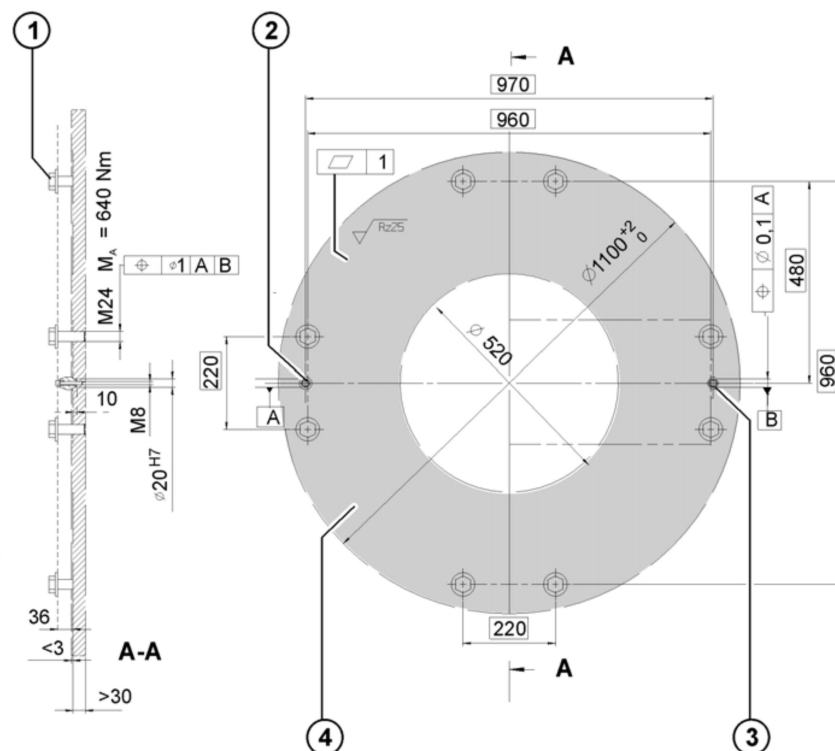


Abbildung 32: Maschinengestellbefestigung

7.6 Verbindungsleitungen und Schnittstellen

7.6.1 Verbindungsleitungen

Die Verbindungsleitungen beinhalten alle Leitungen für die Energie- und Signalübertragung zwischen Roboter und Robotersteuerung. Sie werden roboterseitig an den Anschlusskästen mit Steckern angeschlossen.

- Motorleitung, X7 – X30.2
- Motorleitung, X20 – X30
- Steuerleitung, X21 – X31
- Schutzleiter, nur bei Verbindungsleitungen >25 m

Je nach Ausstattung des Roboters kommen verschiedene Verbindungsleitungen zur Anwendung. Es stehen Leitungslängen von 7 m, 15 m, 25 und 50 m zur Verfügung. Die maximale Länge der Verbindungsleitungen darf 50 m nicht übersteigen. Wird also der Roboter mit einer Lineareinheit betrieben, die über einen eigenen Kabelschlepp verfügt, sind diese Kabel mit zu berücksichtigen. Bei Verbindungsleitungen mit einer Länge >25 m ist ein zusätzlicher Schutzleiter erforderlich, um eine niederohmige Verbindung entsprechend DIN EN 60204 zwischen Roboter und Steuerschrank herzustellen. Der Anschluss erfolgt mit Ringkabelschuhen. Diese Schutzleiter und die Gewindebolzen sind im Lieferumfang der Verbindungsleitungssätze >25 m enthalten.

Bei der Planung und Verlegung der Verbindungsleitungen sind folgende Punkte zu beachten:

- Der Biegeradius für feste Verlegung bei Motorleitung von 150 mm und bei Steuerleitung von 60 mm darf nicht unterschritten werden
- Leitungen vor mechanischen Einwirkungen schützen
- Leitungen belastungsfrei verlegen, keine Zugkräfte auf die Stecker
- Leitungen nur im Innenbereich verlegen
- Temperaturbereich (fest verlegt) 263 K (-10°C) bis 343 K (+70°C) beachten
- Leitungen getrennt nach Motor- und Steuerleitungen in Blechkanälen verlegen, bei Bedarf zusätzliche EMV-Maßnahmen ergreifen

7.6.2 Schnittstelle Energiezuführung

Der Roboter kann mit einer Energiezuführung zwischen Achse 1 bis Achse 6 und einer zweiten Energiezuführung zwischen Achse 6 und dem Werkzeug ausgestattet werden. Die hierzu erforderliche Schnittstelle A1 befindet sich an der Rückseite, die Schnittstelle A6 seitlich am Schwenkrahmen und am Werkzeug des Roboters. Die Schnittstellen sind je nach dem Anwendungsfall mit Anschlüssen für Schlauch- und Elektroleitungen belegt.

- | | |
|--|---|
| 1 ... Anschlusskasten Motorleitung, X30, X30.2 | 2 ... Energiezuführung Schnittstelle A1 |
| 3 ... Schutzleiteranschluss Ringkabelschuh M8 | 4 ... RDW-Box, X31 |

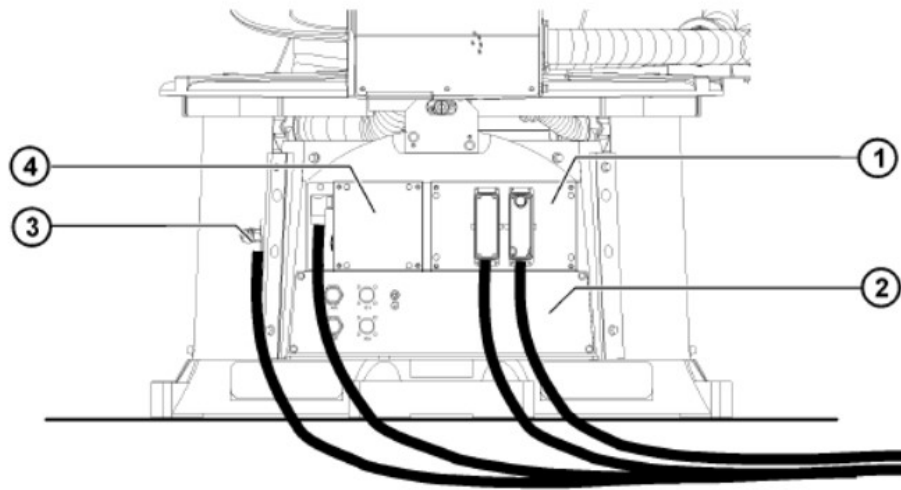


Abbildung 33: Anschlusskasten

7.7 Technische Daten

7.7.1 Grunddaten

| | |
|--|---|
| Typ | KR 300 PA |
| Anzahl der Achsen | 5 |
| Arbeitsraumvolumen | 73,5 m ³ |
| Wiederholgenauigkeit (ISO 9283) | KR 300 PA ± 0,08 mm |
| Bezugspunkt Arbeitsraum | Schnittpunkt der Achse 6 mit der Anbauflansch-Fläche |
| Reichweite | 3.150 mm |
| Gewicht, Roboter | 1.940 kg |
| Gewicht Transportgestell | 212 kg |
| Dyn. Hauptbelastungen | Siehe Fundamentlasten |
| Schutzart des Roboters | IP 65 betriebsbereit, mit angeschlossenen Verbindungsleitungen (nach EN 60529) |
| Schutzart der Hand | IP 65 |
| Schallpegel | <72 dB (A) außerhalb des Arbeitsbereiches |
| Einbaulage | Boden |
| Oberfläche, Lackierung | Fußteil (feststehend) und Gewichtsausgleich RAL 9005, bewegliche Teile KUKA-Orange 2567 |

Tabelle 2: Grunddaten Roboter KR 300 PA

7.7.2 Transportmaße

| | |
|---------------|--|
| Länge | 1.721 mm |
| Breite | 1.180 mm |
| Höhe | 2.320 mm |
| | Diese Maße beziehen sich nur den Roboter, ohne Transporthölzer |

Tabelle 3: Transportmaße Roboter KR300 PA

7.7.3 Umgebungstemperatur

| | |
|-------------------------------|--|
| Betrieb | +10°C bis +55°C (283 K bis 328 K) |
| Betrieb mit Safe-RDW | +10°C bis +50°C (283 K bis 323 K) |
| Lagerung und Transport | -40°C bis +60°C (233 K bis 333 K) |
| Inbetriebnahme | +10°C bis +15°C (283 K bis 288 K) Bei diesen Temperaturen kann ein Warmfahren des Roboters erforderlich sein. |
| Feuchtebeanspruchung | Feuchtekategorie EN 60204/4.4.4 F |

Tabelle 4: Umgebungstemperatur Roboter KR 300 PA

7.7.4 Verbindungsleitungen

| Leitungsbezeichnung | Steckerbezeichnung | Schnittstelle-Roboter |
|-----------------------------------|---------------------------|--|
| Motorleitung | X7 – X30.2 | Beidseitig Harting Stecker Rechteckstecker BG 24 |
| Motorleitung | X20 – X30 | Beidseitig Harting Stecker Rechteckstecker BG 24 |
| Steuerleitung | X21 – X31 | Beidseitig Rundstecker M23 |
| Schutzleiter DIN EN 60204-20.2 | | Ringkabelschuh, 8 mm |

| | |
|-----------------|-----------------------------|
| | Leitungslängen |
| Standard | 7 m, 15 m, 25 m, 35 m, 50 m |

Tabelle 5: Verbindungsleitungen Roboter KR 300 PA

Bei Verbindungsleitungen ab 25 m ist ein zusätzlicher Schutzleiter vorhanden und muss eingebaut werden.

Detaillierte Angaben zu den Verbindungsleitungen siehe Kapitel 7.6 „Verbindungsleitungen und Schnittstellen“.

7.7.5 Achsdaten

| Achse | Bewegungsbereich, softwarebegrenzt | Geschwindigkeit bei Nenn-Traglasten |
|-------|------------------------------------|-------------------------------------|
| 1 | $\pm 185^\circ$ | 75°/s |
| 2 | +20° bis -130° | 90°/s |
| 3 | +185° bis -0°* | 93°/s |
| 5 | Achse nicht aktiv anwählbar | |
| 6 | $\pm 350^\circ$ | 177°/s |

Tabelle 6: Achsdaten Roboter KR 300 PA

* Maximalwerte bezogen auf die Schwinge, abhängig von der Stellung der Achse 2

Bewegungsrichtung und Zuordnung der einzelnen Achsen sind der nachfolgenden Abbildung zu entnehmen.

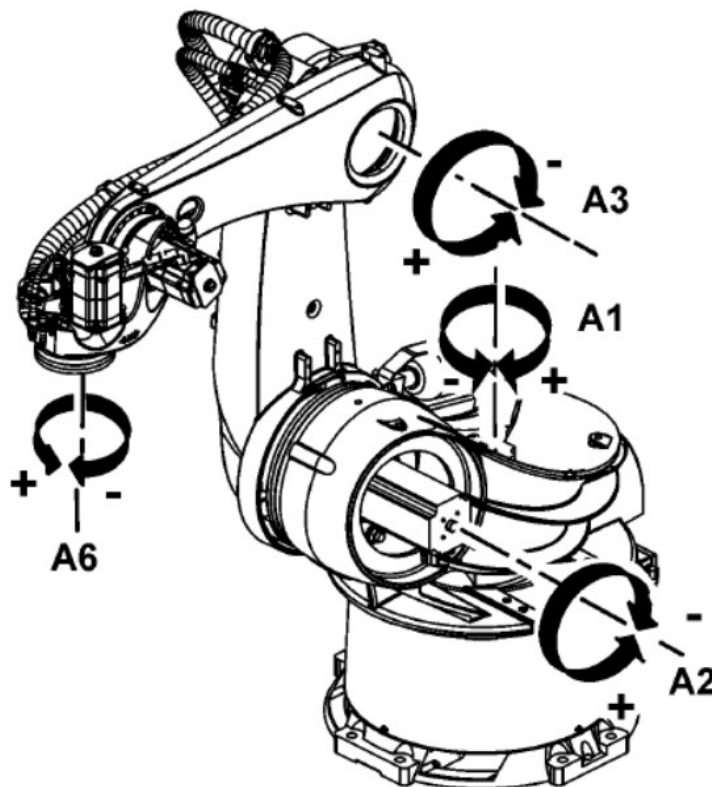


Tabelle 7: Drehrichtung der Roboterachsen

Folgende Abbildung zeigt Größe und Form des Arbeitsbereiches.

Bezugspunkt für den Arbeitsbereich ist der Schnittpunkt der Achse 6 mit der Anbaufanschfläche.

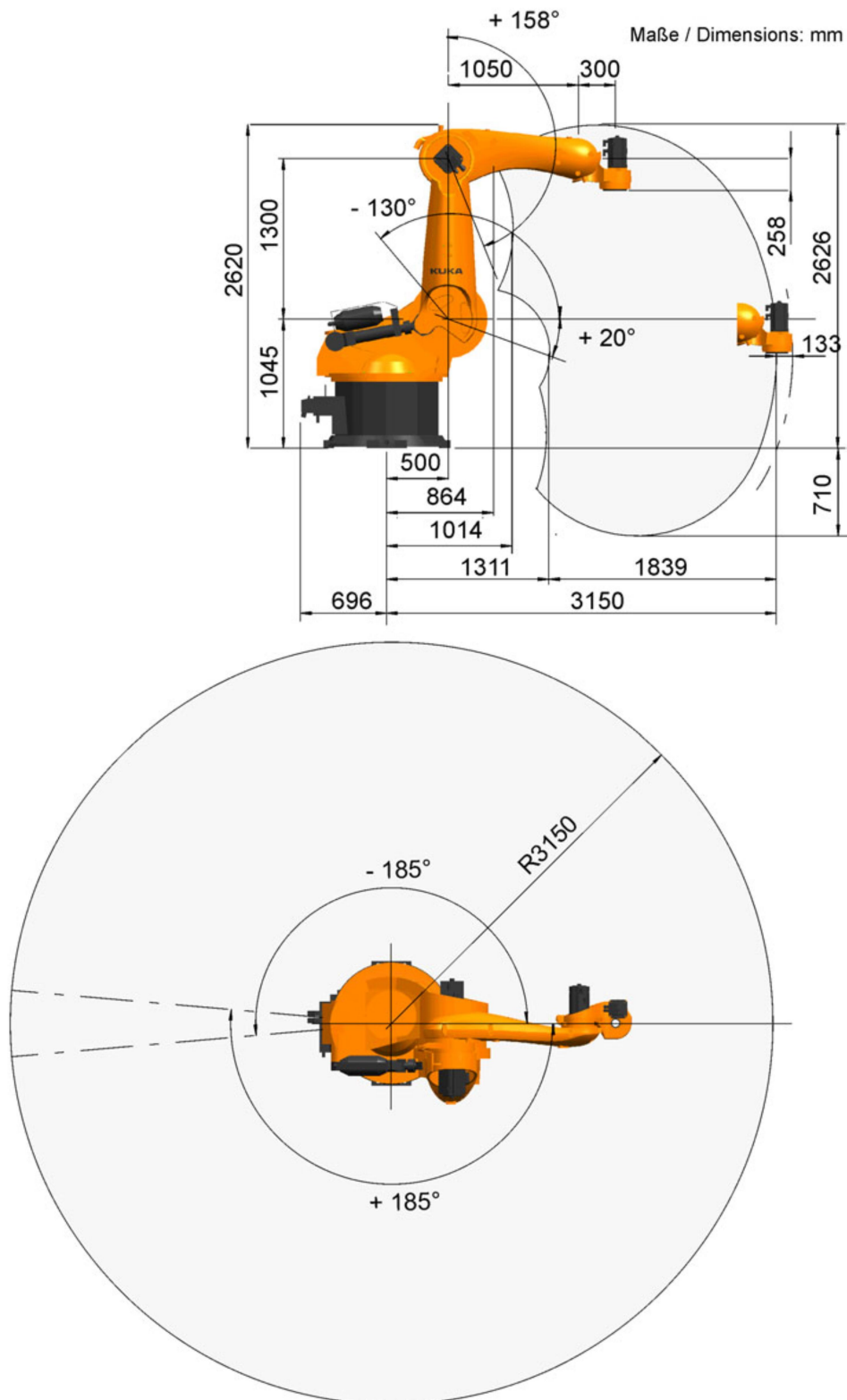


Tabelle 8: Arbeitsbereich KR 300 PA

7.7.6 Traglast

| Hand | Hohlwellenhand |
|--|----------------------|
| Nenn-Traglast | 300 kg |
| Abstand des Traglast-Schwerpunkts L_z | 300 mm |
| Abstand des Traglast-Schwerpunkts L_{xy} | 100 mm |
| Zulässiges Trägheitsmoment | 150 kgm ² |
| Max. Gesamtlast | 350 kg |
| Zusatzlast Arm | 50 kg |
| Zusatzlast Schwinge | 0 kg |
| Zusatzlast Karussell | 0 kg |

Tabelle 9: Traglast Roboter KR 300 PA

Der Traglast-Schwerpunkt für alle Traglasten bezieht sich auf den Abstand zur Flanschfläche an der Achse 6. Nennabstand siehe Traglast-Diagramm.

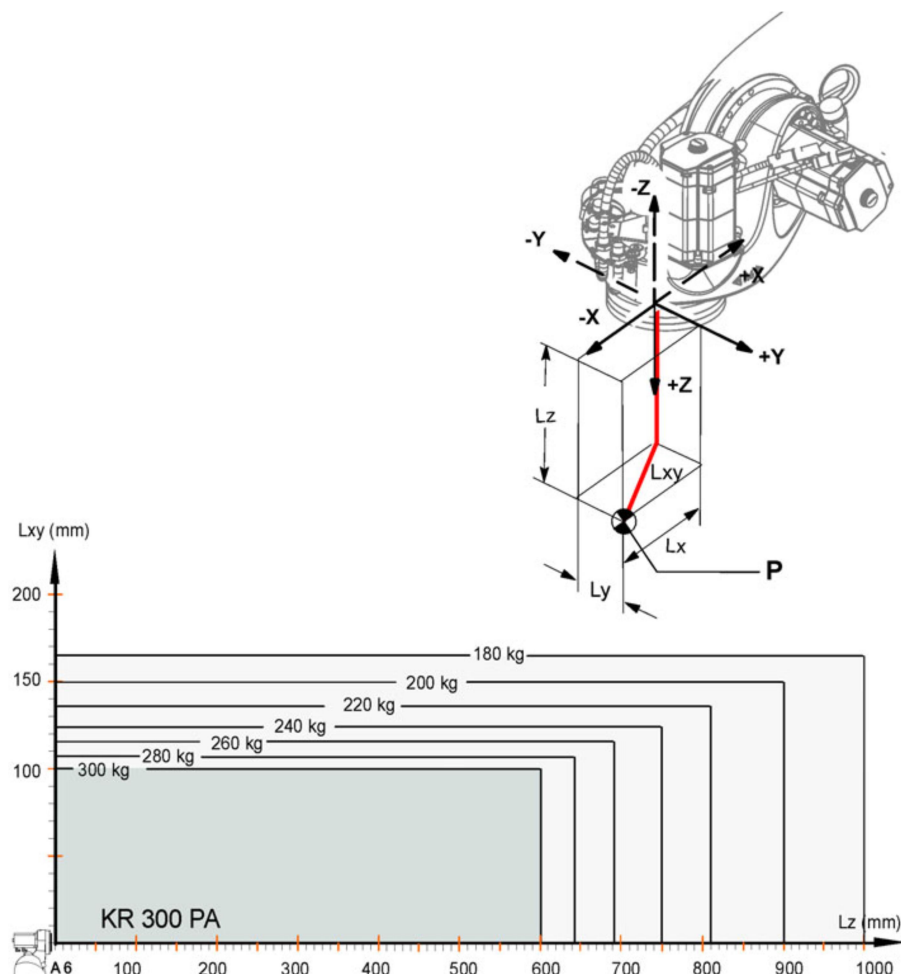


Abbildung 34: Traglast-Diagramm Roboter KR 300 PA

7.7.7 Anbauflansch

| | |
|--|------------------------------|
| Anbauflansch | Ähnlich DIN/ISO 9409-1-A160* |
| Schraubenqualität | 10.9 |
| Schraubengröße | M12 |
| Klemmlänge | 1,5 x Nenndurchmesser |
| Einschraubtiefe | Min. 12 mm, max. 20 mm |
| Pass-Element | 10 ^{H7} |
| Durchgangsbohrung für Energiezuführung | Ø 60 mm |

Tabelle 10: Anbauflansch Roboter KR 300 PA

*Der innere Passungsdurchmesser wurde auf Ø 125 ^{H7} gesetzt. Dies weicht von der Norm ab.

Die Darstellung des Anbauflansches entspricht seiner Lage bei Nullstellung der Achse 6. Das Symbol X_m kennzeichnet die Lage des Pass-Elements (Bohrbuchse) in Null-Stellung.

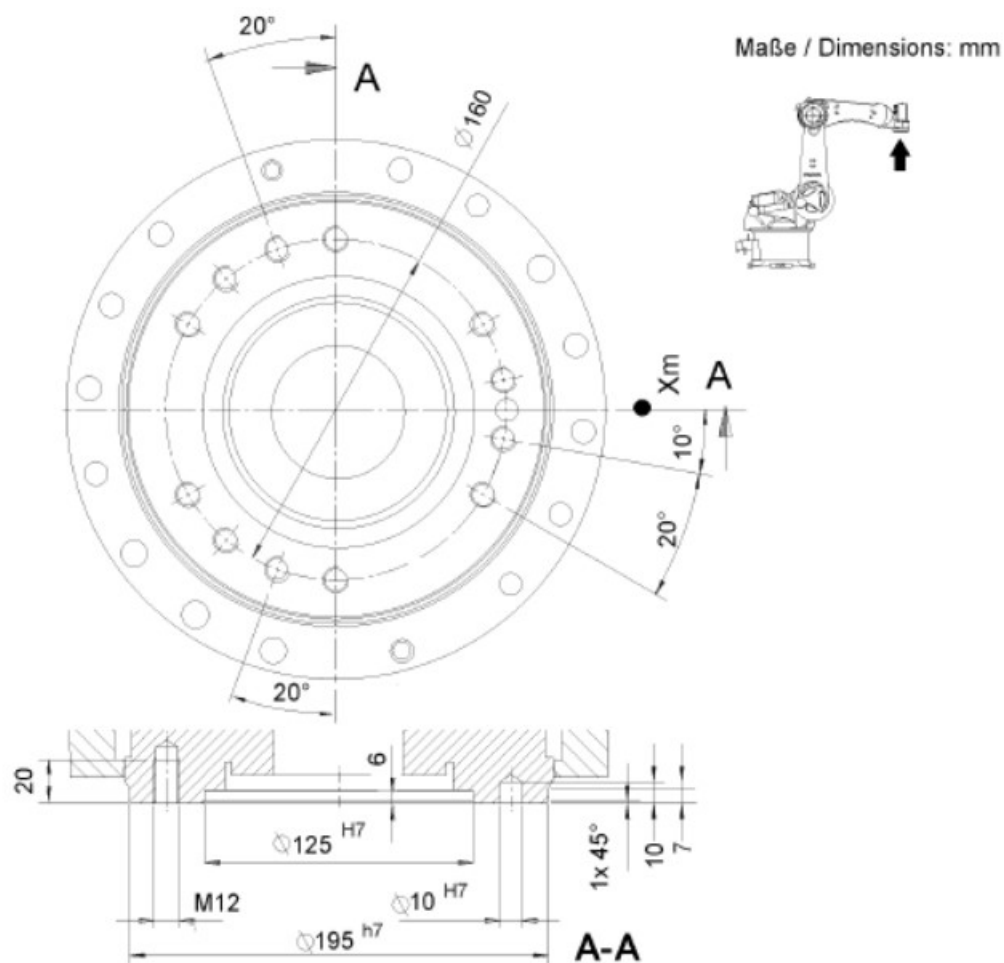


Abbildung 35: Anbauflansch

7.7.8 Zusatzlasten

Der Roboter kann Zusatzlasten auf dem Arm aufnehmen. Bei der Anbringung der Zusatzlasten ist auf die maximal zulässige Gesamtlast zu achten. Maße und Lage der Anbaumöglichkeiten sind der Abbildung zu entnehmen. Weitere am Roboter vorhandene Gewinde und Bohrungen sind für die Anbringung von zusätzlichen Lasten nicht geeignet.

1 ... Achse 3

2 ... Befestigungsgewinde

3 ... Störkante, rechts

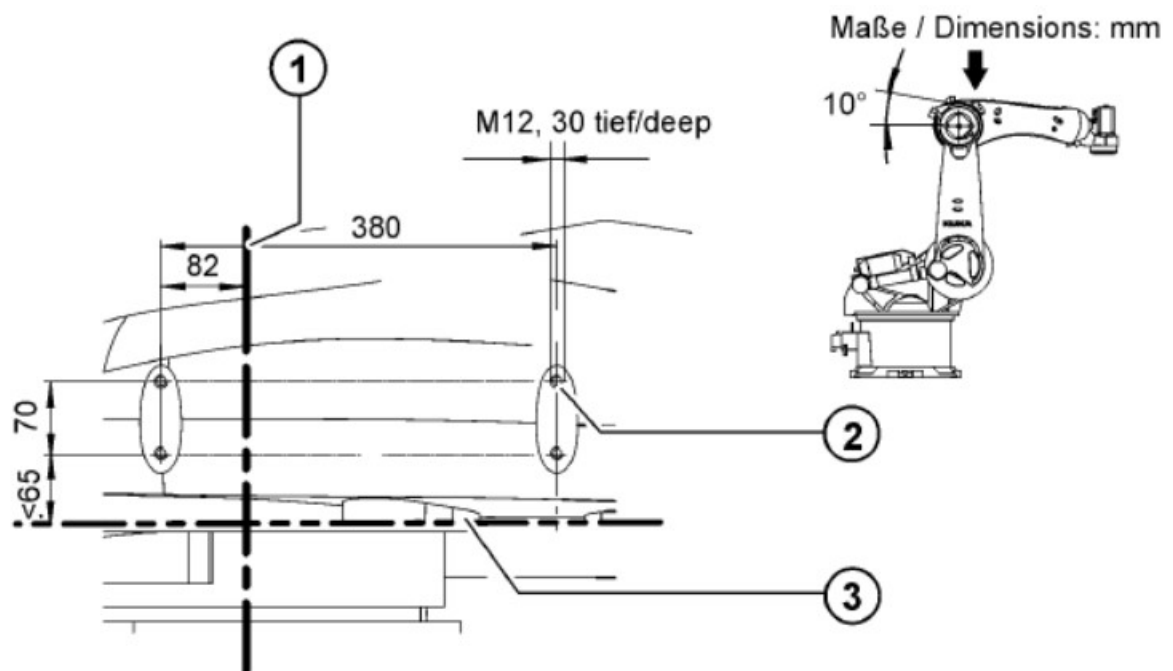


Abbildung 36: Zusatzlast Arm

7.7.9 Arbeits-, Schutz- und Gefahrenbereich

Arbeitsbereiche müssen auf das erforderliche Mindestmaß beschränkt werden. Ein Arbeitsbereich ist mit Schutzeinrichtungen abzusichern.

Die Schutzeinrichtungen (z. B. Schutztüre) müssen sich im Schutzbereich befinden. Bei einem Stopp bremsen Manipulator und Zusatzachsen und kommen im Gefahrenbereich zu stehen.

Der Gefahrenbereich beinhaltet den Arbeitsbereich und die Anhaltewege des Manipulators und der Zusatzachsen. Sie sind durch trennende Schutzeinrichtungen zu sichern, um eine Gefährdung von Personen oder Sachen auszuschließen.

1 ... Arbeitsbereich

2 ... Manipulator

3 ... Anhalteweg

4 ... Schutzbereich

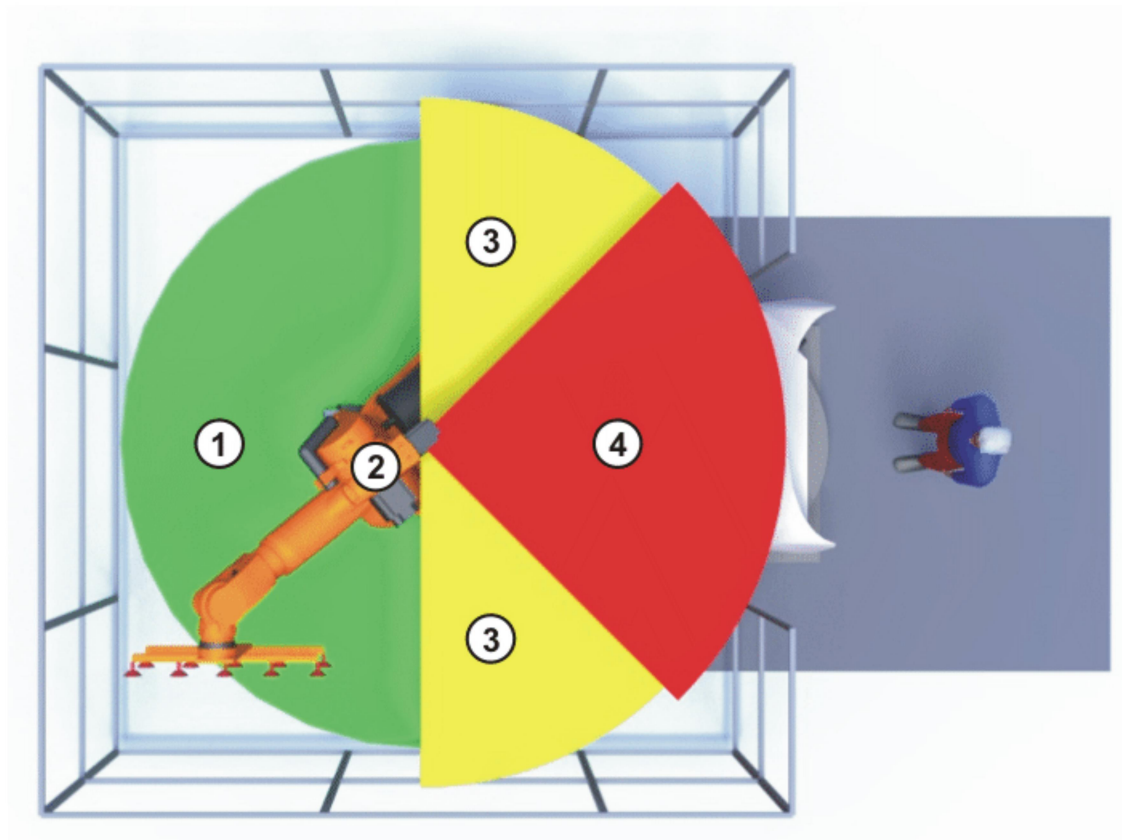


Abbildung 37: Beispiel Achsbereich A1

7.7.10 Übersicht Schutzausstattung

Die Schutzausstattung der mechanischen Komponenten kann umfassen:

- Mechanische Endanschläge
- Mechanische Achsbereichsbegrenzung
- Achsbereichsüberwachung
- Freidreh-Einrichtung
- Kennzeichnung von Gefahrenstellen

Nicht jede Ausstattung ist auf jede mechanische Komponente anwendbar.

8 Schmalgangstapler

Der Schmalgangstapler soll vollautomatisiert neben der Bestückung des Fördersystems auch für die Anlieferung der verschiedenen Spulengebinde sorgen. Außerdem bringt er die fertig, zusammengestellten Spulengebinde aus dem Fertigwarenlager zum Fördersystem damit diese zur entsprechenden Verladezone geliefert werden. Der Auftrag erfolgt über ein entsprechendes WMS z.B. SAP.

Der Palettenspeicher wird ebenfalls von dem Flurförderzeug bestückt sollte ein Engpass entstehen.

8.1 Ausführung des Schmalgangstaplers ^[9.1]

Toyota Schmalgangstapler BT Vector A-Serie

Die Stapler mit Knickgelenk-Chassis eignen sich für die Hochhub-Kommissionierung und den Palettentransport auf engem Raum und ermöglichen so besonders schmale Umsetzgangbreiten. Mit Schwenkschubgabel oder Teleskopgabel für hohe Arbeitsgeschwindigkeiten.

Tragfähigkeit: 1,25 bis 1,5 t

Hubhöhen bis 15,7m

Dank des einzigartigen Knickgelenk Chassis der BT Vector A-Serie lässt sich die Breite der Umsetzgänge gegenüber herkömmlichen Staplern ohne Knickgelenk um bis zu einem Meter reduzieren. Pro Gang und Regalebene sind dadurch oft vier zusätzliche Palettenplätze möglich. Bei Hubhöhen von über 14m bedeutet dies bis zu 60 Palettenplätze mehr in jedem Gang. Diese optimierte Raumnutzung bietet deutliche Kostenvorteile ohne Einbußen bei der Produktivität. Der Wechsel von Gang zu Gang dauert in der Regel weniger als 10 Sekunden.

Der Energiebedarf zum Anheben der Last wird dank des „Advanced Lifting System“ von Toyota erheblich verringert. Dieses integrierte Hydraulik- und Druckspeichersystem ermöglicht mit seiner elektronischen Steuerung ein sehr ruhiges, flüssiges Arbeiten. Beim Absenken wird inaktiver Stickstoff in einem Speichersystem verdichtet. Die dabei gespeicherte Energie wird zur Unterstützung des nächsten Hubvorganges eingesetzt. Der Hubmotor muss also nur etwas mehr als das Lastgewicht anheben, was den Energiebedarf senkt. Mit einer einzigen Batterieladung ist ein Doppelschichtbetrieb möglich.

Anhand des Lastgewichts und der Arbeitshöhe wählt das BT Optipace System im Schmalgang die höchste sichere Fahrgeschwindigkeit aus.



Abbildung 38: BT Vector A-Serie (hier halbautomatisch dargestellt)

8.2 Zoning and Positioning ^[9.2]

Zoning and Positioning ist ein Produkt, das in verschiedenen Schritten angepasst werden kann, um die Sicherheit und Produktivität im VNA-Bereich eines Lagers zu erhöhen. Es kann mit den Anforderungen eines Basissystems zu einem vollständig integrierten Teil eines Warehouse-Management-Systems wachsen. Das System ist nur beim Betreten, Verlassen und Arbeiten innerhalb geführter, sehr schmaler Gänge aktiv.

8.2.1 Zoning and Positioning - Eigenschaften und Vorteile

- Gesteigerte Produktivität
 - Ermöglicht einen schnelleren Durchsatz durch Reduzierung der Zeit bei der Suche nach Lasten, Positionieren des Flurförderzeugs, Fahren zu belegten Gängen, usw.
 - Reduziert die Auswirkungen menschlicher Fehler und die Unterschiede der Fähigkeiten des Fahrers
- Reduzierte Betriebskosten
 - Reduziert Flurförderzeug- und Installationsschäden durch Anpassung der Leistung des Flurförderzeugs an schlechte Böden und verhindert Kollisionen mit Hindernissen.
- Erhöhte Handhabungssicherheit
 - Vorgegebene Geschwindigkeits- und Höhenbeschränkungen
 - Zeitgleiche Überwachung der Umgebung bei der Suche nach der Ladestelle

8.2.2 Zoning

Zoning beschreibt die Unterteilung eines Ganges in verschiedene Bereiche und Zonen. Jede Zone kann unterschiedliche Merkmale und Einschränkungen haben. Zoning ist in zwei Stufen unterteilt:

- Gang-Erkennung: Die primäre Zone wird auf den ganzen Gang angewendet und enthält ein kontrolliertes Abbremsen zum Gangende und eine Gangendsicherung mit Stopp.
- Zonen-Erkennung: Beschreibt die Fähigkeit, verschiedene Zonen innerhalb eines VNA zu definieren und das Flurförderzeug an alle Gangbedingungen / -beschränkungen anzupassen.

8.2.3 Gangerkennung - Eigenschaften und Vorteile

- Einfaches, festes Layout
 - Ähnliche Installationsmethode wie das Magnetsystem. Keine steile Lernkurve
- Multiple Funktionen
 - Inklusive Ganganzeige, Abbremsen am Gangende und Gangendsicherung mit Stopp. Eine kostengünstige Lösung
- Kleine RFID Transponder
 - Einfache Installation mit herkömmlichen Werkzeugen. Benötigt wenig Platz im Boden und im Lager
- Programmierbare Transponder
- Zwei Transponder pro Position
 - Erhöhte Sicherheit durch minimiertes Risiko eine Funktion zu verpassen

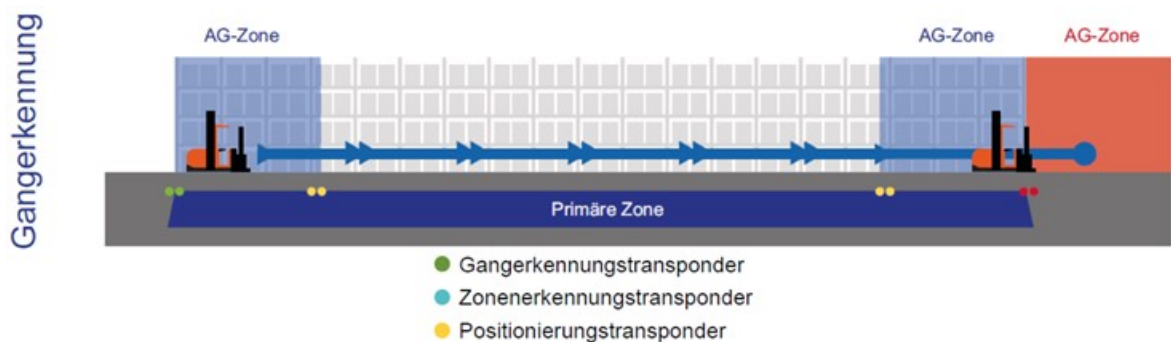


Abbildung 39: Gangerkennung

8.2.4 Zonenerkennung - Eigenschaften und Vorteile

- flexibles Layout
 - Einfaches Hinzufügen oder Entfernen von Ganggrenzen
 - Gleiches Transponder-Layout für die Zonenidentifizierung und –positionierung
 - Jeder Gang kann unterschiedlich und beliebig oft angepasst werden.
- Layout Werkzeug
 - Änderungen können schnell, vor der Implementierung, vorgenommen werden → Minimale Beeinträchtigung des Lager- und Flurförderzeug-Betriebs
- Multiple Einschränkungen
 - Grenzen nur dort setzen, wo sie benötigt werden. Erhöhter Durchsatz, Sicherheit und Produktzuverlässigkeit
- Kompatibilität
 - Bei der Implementierung von System-Verbesserungen sind keine zusätzlichen Transponder erforderlich

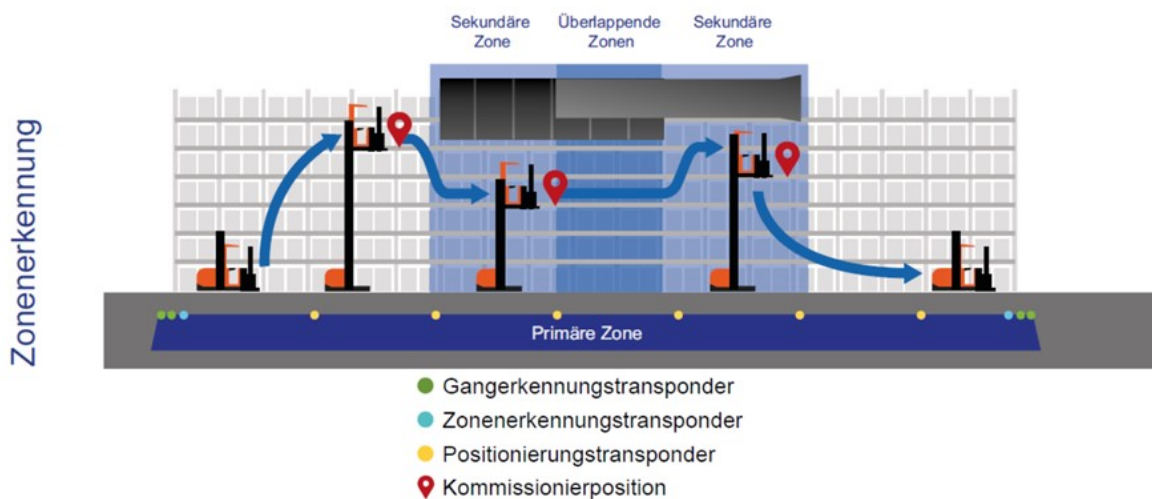


Abbildung 40: Zonenerkennung

8.2.5 Positioning

Positioning ist ein System, welches das Flurförderzeug in die richtige Position für die Kommissionierung oder die Lastaufnahme bringt. Die Positionierung ist in zwei Stufen unterteilt:

- Halbautomatisch: Der Bediener gibt die Zieladresse ein und fährt dann halbautomatisch zum Ziel.
- WMS integriert: Das WMS gibt die Zieladresse ein und der Schmalgangstapler fährt automatisch zum Ziel.

8.3 RFID – Radio Frequency Identification ^[9.2]

Eine auf dem Flurförderzeug angebrachte Antenne und Steuereinheit liest die RFID-Transponder, die im Gangboden montiert sind. Die Transponder enthalten Standortinformationen, die vom System übersetzt werden, um die Leistung, Einschränkungen und Positionierung des Flurförderzeugs anzupassen.

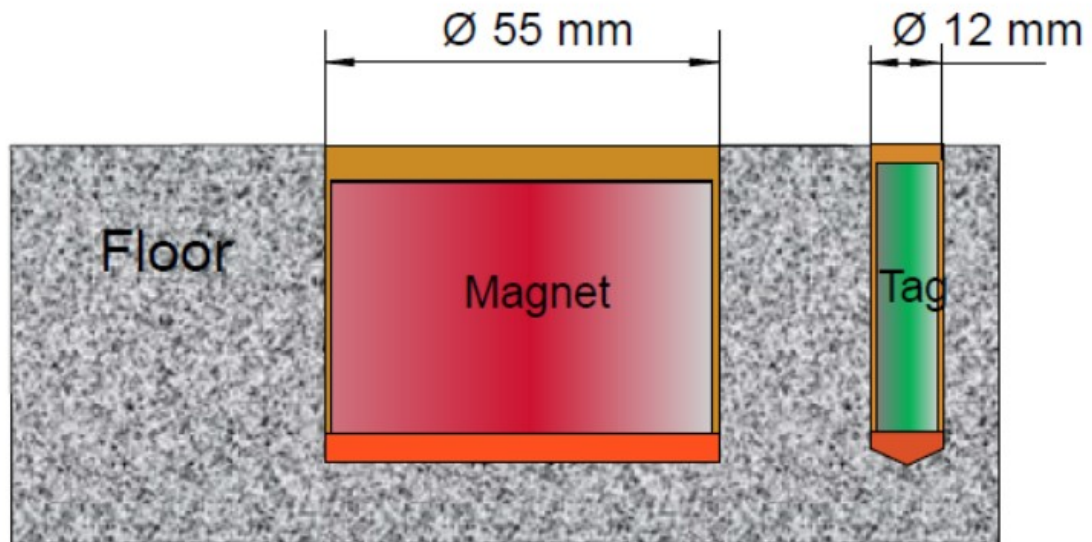


Abbildung 41: RFID-Transponder vs Magneten

8.3.1 RFID Transponder - Eigenschaften und Vorteile

- Geringe Größe
 - Leicht zu installieren, benötigt keine speziellen Werkzeuge
 - Kann in Gängen mit bereits installierten, anderen Systemen verwendet werden
 - Geringer Schaden für den Boden bei Montage
 - Einfach auszutauschen bzw. zu entfernen wenn erforderlich
- Hohe Immunität
 - Keine Störungen durch andere Systeme in unmittelbarer Nähe, wie z. B. anderen RFID-Transponder, Magneten oder Drahtführungen.
- Geringer Einfluss
 - Kann in älteren Systemen/Installationen koexistieren, ohne den Betrieb dieser zu beeinträchtigen
- Identifikation
 - Jeder Transponder ist individuell und hat seine eigene ID, die eine Kartierung der Gänge ermöglicht

8.3.2 RFID im Vergleich mit aktuellen Technologien

| Gang-Erkennung | RFID | Magnet | Fotozelle | Draht |
|-----------------------------|------|--------|-----------|-------|
| Gang-Anzeige | x | x | x | x |
| Abbremsen Gangende | x | x | - | - |
| Gangendsicherung mit Stopp | x | o | x | - |
| Zonen Identifikation | | | | |
| Geschwindigkeitsanpassung | x | o | o | - |
| Höhenbeschränkung | x | o | x | - |
| seitliche Reichweite | x | o | o | - |
| Zeitaktivierung | x | - | - | - |
| Positionierung | | | | |
| Semi-automatisch | x | - | - | - |
| integriert | x | - | - | - |

Tabelle 11: RFID im Vergleich mit aktuellen Technologien

8.4 Vergleich Li-Ionen-Batterie mit Blei-Säure-Batterie ^[9.3]

Die Nutzung von Li-Ion Batterien ist immer da sinnvoll, wo hohe Leistung bei hoher Verfügbarkeit gefordert ist.

„Die Lithium-Ionen-Batterie wird als die Schlüsseltechnologie für zukunftsweisende (elektrische) Antriebssysteme betrachtet.“ ^[9.2a]

8.4.1 Vorteile von Lithium-Ionen Batterien

Lithium-Ionen-Batterien sind auf Grund ihrer kurzen Ladezeiten, der Möglichkeit von Zwischenladungen und somit dem Wegfall von etwaigen Batteriewechsel, ideal für den Mehrschichteinsatz. Neben der langen Lebensdauer und wartungsfreien Benutzung, zählt auch die Integration in die Fahrzeuginfrastruktur sowie die geringen Anforderungen an den Ladeplatz, zu den größten Vorteilen. Immer in Bewegung sorgt die Li-Ion-Batterie mit ihrer durchgängig hohen Leistung und Energieabgabe, wobei die Energiedichte in etwa vier- bis fünfmal höher als bei einer Blei-Säure-Batterie ist, für maximale Kosteneffizienz, maximale Betriebszeiten und weniger Umweltbelastung. Ein Wirkungsgrad von ca. 90-95% trägt ebenfalls zu einem optimalen Gesamtbild bei.

8.4.2 Auslegung eines Lithium-Ionen-Systems

Auf Grund der höheren Energieverfügbarkeit eines Lithium-Ionen-Systems gegenüber einer Blei-Säure-Batterie, kann bei gleichen Leistungsanforderungen eine geringere Kapazität umgesetzt werden.



Abbildung 42: Auslegung einer Li-Ion-Batterie im Vergleich zu einer Blei-Säure-Batterie

8.4.3 Gegenüberstellung Tagesablauf

8.4.3.1 Lithium-Ionen-Batterie

Durch Zwischenladungen und die dadurch entfallende Notwendigkeit eines Batteriewechsels, ergeben sich höchste Batterie- und Fahrzeugverfügbarkeiten.

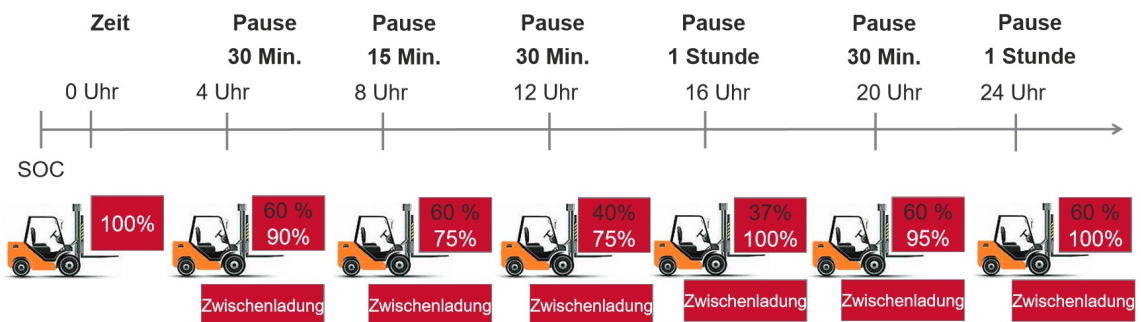


Abbildung 43: Tagesablauf einer Lithium-Ionen-Batterie

8.4.3.2 Blei-Säure-Batterie

Die Vollladung einer Blei-Säure-Batterie benötigt ca. acht Stunden, wobei auch die notwendigen Auskühlzeiten berücksichtigt werden müssen. Etwaige Teilladungen sind nur mit EUW möglich. Ein Drei-Schicht-Betrieb ist mit drei Blei-Säure-Batterien möglich.

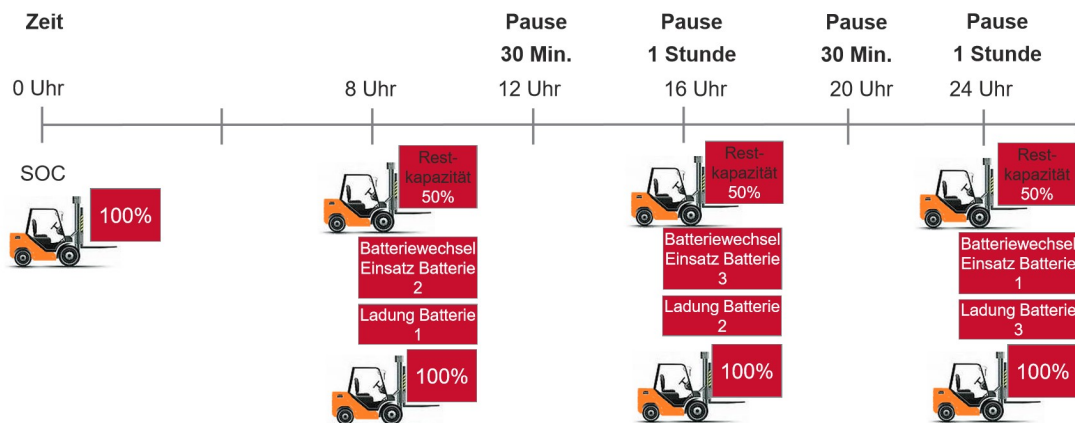


Abbildung 44: Tagesablauf Blei-Säure-Batterie

8.4.4 Ladezeiten und Zyklen

Eine 12V Li-Ion-Batterie kann in ca. einer Stunde vollständig geladen werden. Im Vergleich dazu benötigt eine Blei-Säure-Batterie ganze acht Stunden um wieder voll einsatzbereit zu sein.

Zwischenladungen bei der Li-Ion-Batterie machen Sinn, da innerhalb von 30 Minuten der SOC um bis zu 50% erhöht werden kann.

Dadurch ergibt sich eine größere, nutzbare Kapazität bei voller Energieverfügbarkeit.

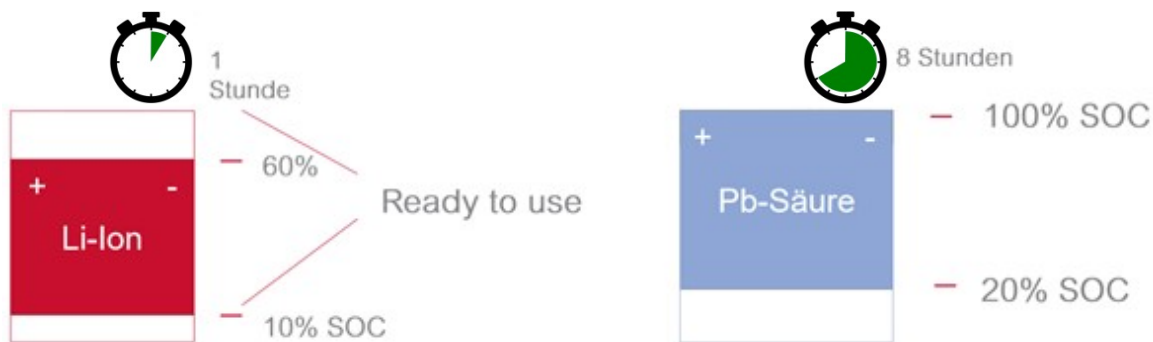


Abbildung 45: Ladezeiten einer Li-Ion-Batterie im Vergleich zu einer Blei-Säure-Batterie

Typischerweise wird eine Li-Ionen-Batterie nicht regelmäßig auf bis 20% SOC entladen. Meistens liegt das SOC-Level auf 30-70%, wodurch eine deutlich höhere Zahl an Zyklen gegenüber einer Blei-Säure-Batterie erreicht wird.

Während bei der Pb-Säure-Batterie eine Vollladung einem Zyklus entspricht und max. 1.200-1.500 Zyklen erreicht werden, kann die Li-Ionen-Batterie über 5.000 Zyklen ausführen. Hierbei entspricht die jeweilige, prozentuelle Ladung der Batterie auch dem Zyklus (20% Laden = 0,2 Zyklen / 50% Laden = 0,5 Zyklen).

8.4.5 Gegenüberstellung der Eigenschaften

| | Lithium-Ionen | Blei-Säure |
|---------------------|---------------|-----------------------------------|
| Ladezeit | 60 min | > 8 Stunden |
| Lebensdauer | 5.000 Zyklen | 1.500 Zyklen |
| Energieverbrauch | 70 % | 100 % |
| Energieeffizienz | 117 % | 100 % |
| Wartung | KEINE | Wasser nachfüllen, uvm. |
| Ladevoraussetzungen | KEINE | Belüftung, Ladestation |
| Batteriewechsel | KEINER | JA – bei 2- und 3-Schicht Betrieb |

Tabelle 12: Gegenüberstellung der Eigenschaften

8.4.6 Amortisationsrechnung Lithium-Ionen- vs. Blei-Säure-Batterie

| Investitionskosten Maschine | Einh | 5 | | Pro Fzg | | Pro Umfang |
|------------------------------------|------|---|--|--------------|---|---------------|
| Extrakosten auf Std-Maschine | | | | 7.000 | € | 35.000 |

| Batterie | | | | | | | |
|----------------------------------|------|---|-------|--------|--------------|---|---------------|
| Li-Ion, 250 Ah | Einh | 1 | Preis | 11.500 | 11.500 | € | 57.500 |
| Blei-Säure, 500 Ah | Einh | 4 | Preis | 1.750 | 7.000 | € | 35.000 |
| Batteriewechseltisch | Einh | 1 | Preis | 600 | 600 | € | 3.000 |
| Extrakosten Li-Ion vs Blei-Säure | | | | | 3.900 | € | 19.500 |

| Ladestation | | | | | | | |
|-----------------------------------|--|-----|-------|-------|--------------|---|---------------|
| Li-Ion, HF ... FZG / Lader | | 1,7 | Preis | 7.200 | 4.320 | € | 21.600 |
| Blei-Säure, HF ... Batterie/Lader | | 2 | Preis | 1.000 | 1.000 | € | 5.000 |
| Extrakosten Li-Ion vs Blei-Säure | | | | | 3.320 | € | 16.600 |

| Software | | | | | | | |
|---------------------------------|------|---|-------|-------|-------|---|-------|
| zusätzl. Software, Kosten / Fzg | Fzge | 1 | Preis | 1.000 | 1.000 | € | 5.000 |

| | | | | | | |
|----------------------------------|--|--|--|--------------|---|--------------|
| Extrakosten Li-Ion vs Blei-Säure | | | | 1.000 | € | 5.000 |
|----------------------------------|--|--|--|--------------|---|--------------|

| Restwert | | | | | | |
|----------------------------|----------------------|----|--|--------|---|--------|
| Li-Ion Batterie | | 0% | | 0 | € | 0 |
| Blei-Säure Batterie | | 0% | | 0 | € | 0 |
| Extra Investition/Maschine | Li-Ion vs Blei-Säure | | | 15.220 | € | 76.100 |

| | | | | | |
|-----------------------------------|--|------|-------|-------|---------|
| Ersparnis pro Jahr | | | | | |
| Leistung | | | | | |
| Kosten Leistung, €/kWh | | 0,2 | €/kWh | | |
| Energie, Blei-Säure | | 500 | Ah | | |
| | | 24 | V | | |
| | | 12,0 | kWh | | |
| DOD vor Ladung | | 80% | | | |
| Over charge level | | 15% | | | |
| Energieverbr. Blei-Säure / Ladung | | 11,0 | kWh | | |
| Anz. Ladungen in 24h Blei-Säure | | 2,5 | | | |
| Arbeitstage pro Jahr | | 363 | | | |
| | | | | | |
| Energiekosten / Jahr, Blei-Säure | | | | 1.503 | € 7.514 |
| Ger. Energieverbr. Li-Ion Batt. | | 40% | | | |
| Ersparnis Li-Ion Energiekosten | | | | 601 | € 3.006 |

| | | | | | |
|--------------------------------|--|-----|-----|-------|---------|
| Arbeit, Batteriewechsel | | | | | |
| Zeit für Batteriewechsel | | 5 | min | | |
| Wechsel pro Tag | | 2 | | | |
| Arbeitskosten | | 22 | €/h | | |
| Arbeitstage pro Jahr | | 363 | | | |
| Ersparnis Batteriewechsel | | | | 1.331 | € 6.655 |

| | | | | | |
|---------------------|--|--|--|-----|---------|
| Batterieraum | | | | | |
| Betrieb und Wartung | | | | 500 | € 2.500 |

| | | | | | |
|--|--|-----|-----|-----|-------|
| Batterie - Wartung und Nachfüllen | | | | | |
| Wasser nachfüllen pro Woche | | 3 | min | | |
| Destilliertes Wasser | | 2 | €/w | | |
| Arbeitskosten | | 22 | €/h | | |
| Arbeitstage pro Jahr | | 363 | | | |
| Ersparnis durch red. Wartung | | | | 161 | € 804 |

| | | | | | |
|--------------------------------|--|--|--|---|---|
| Schadenskosten | | | | | |
| FZGe, Batt., Wechsellasrüstung | | | | 0 | € |

| | | | | | |
|---------------------------|--|--|--|--------------|-----------------|
| Ersparnis pro Jahr | | | | 2.593 | € 12.964 |
|---------------------------|--|--|--|--------------|-----------------|

| | | | | | |
|---------------------|--|--|--|--------------|--------------|
| Amortisation | | | | 5,9 a | 5,9 a |
|---------------------|--|--|--|--------------|--------------|

9 Verladetechnik und Werksverkehr

9.1 Allgemein

Aktuell werden die Transporter seitlich beladen. Hierzu muss der LKW in die Versandhalle 11 hineinfahren. Auf Grund des Durchganges zur Halle 8, besteht hier ein erhöhtes Sicherheitsrisiko für den dort herrschenden Fußgänger-, Rad- und Staplerverkehr. Außerdem kann derzeit immer nur ein Transporter beladen werden. Erst nachdem die Bestellung vollständig verladen und gesichert ist, kann die nächste Spedition bedient werden.

Im Zuge der Automatisierung der Versandhalle 11 werden Verladestationen an der südlichen Seite der Halle aufgebaut.



Abbildung 46: bestehende Verladestation an Halle8

9.2 Verladetechnik ^[10.1]

9.2.1 Fuhrpark mit unterschiedlichen Ladeflächenhöhen

Wird eine Verladestelle von LKW mit verschiedenen Ladeflächenhöhen verwendet, bietet sich eine Lösung mit hydraulischer Ladebrücke an. Die Ladebrücke kann von einer LKW Ladeklappe unterfahren werden. Bei entsprechender Dimensionierung ist sie auch zum Verladen von schweren Gütern geeignet.

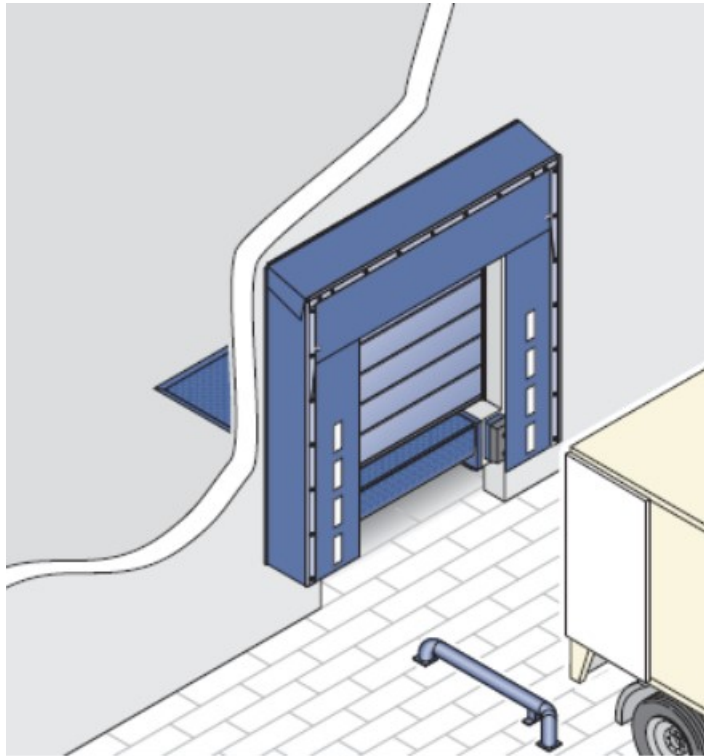


Abbildung 47: Ladestation für LKW mit unterschiedlichen Ladeflächenhöhen

- Hydraulische Ladebrücke
- Industrie-Rolltor oder –Sectionaltor
- Torabdichtung
- Anfahrpuffer
- Einfahrhilfe

9.2.2 Hydraulische Ladebrücke

Hydraulische Ladebrücken können als Klappkeil- oder Vorschub-Ladebrücke ausgeführt werden. Mit einer Länge von bis zu 5m können sie große Höhenunterschiede vom Rampenniveau zur LKW-Ladefläche überbrücken. Dabei wird die Ladebrücken-Plattform bis zu einer Größe von 2000 x 3000 mm aus einem Stück gefertigt. Bei breiteren und längeren Ladebrücken verbindet eine sorgfältig ausgeführte Schweißnaht die Platten zu einer durchgehend stabilen Plattform. Anforderungen entsprechen der EN 1398.

9.2.2.1 Klappkeil Ladebrücke

Das Elektro-Hydraulik-System bringt die Plattform in die höchste Position und fährt den Klappkeil automatisch aus. Danach senkt sich die Plattform, bis der Klappkeil auf der Ladefläche aufliegt. Jetzt kann sicher und zügig be- und entladen werden. Besonders starke Scharniere und das durchgängige Scharnierband garantieren eine zuverlässige Funktion. Durch die offene Konstruktion bleiben die Scharniere frei von Verunreinigungen. Für besonders schwere Güter ist die Klappkeil-Ladebrücke auch für Nennlasten bis zu 180kN lieferbar.

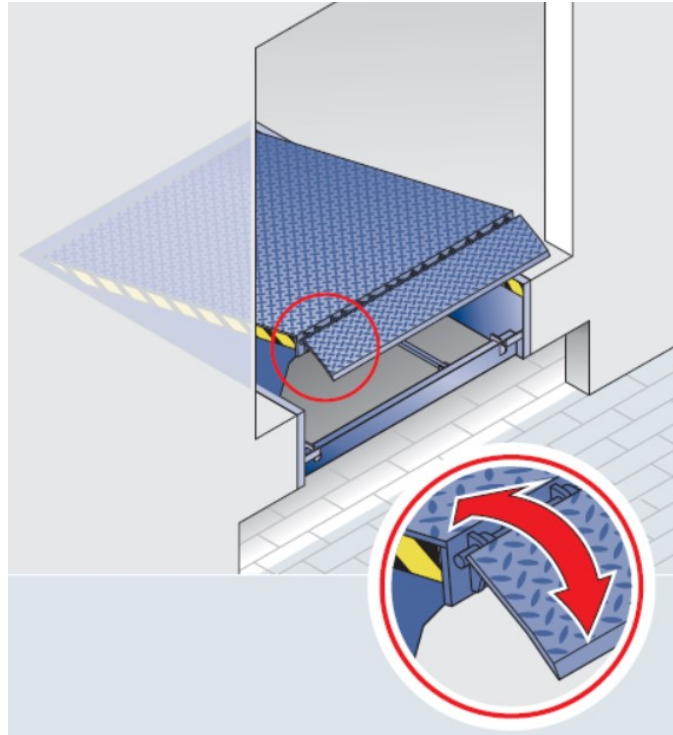


Abbildung 48: Klappkeil-Ladebrücke

9.2.3 Sicheres Anfahren und Andocken

Mit einem entsprechenden Assistenten wird das Anfahren an die Verladestation komfortabel und sicher. Beim Rangieren erkennt der LKW-Fahrer an der Farbe der Signalleuchte seinen Abstand zur Andockstelle. Rot zeigt ihm, dass er die optimale Andockposition erreicht hat und stoppen muss.



Abbildung 49: Sicheres Anfahren und Andocken

9.2.3.1 HDA-Pro Docking Assistent mit Sensoren im Torblatt

Mehrere Sensoren auf dem Torblatt erfassen die Rückseite des geschlossenen LKW und steuern eine „Grün-Gelb-Rot“ – Signalanlage.

Die präzise Messung erfolgt mit Ultraschall-Wellen. Die Entfernung und Position der einzelnen Signalphasen können bis zu einer Entfernung von 3m mit der HDA-Pro-Steuerung einfach programmiert werden.

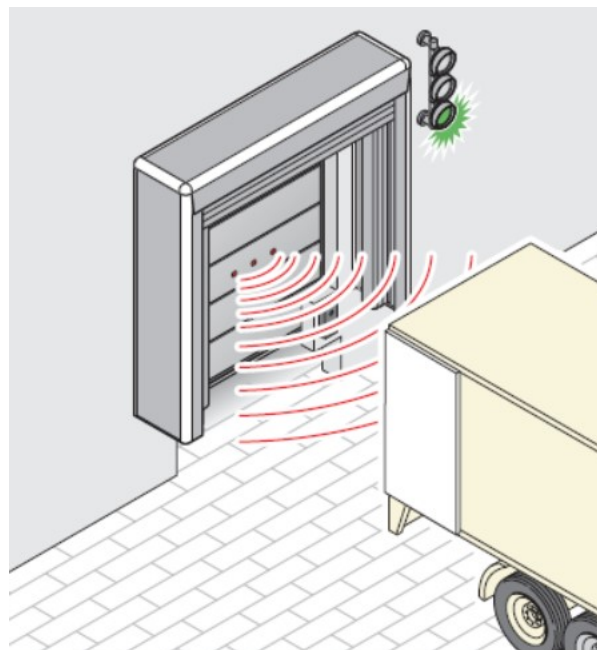


Abbildung 50: HDA-Pro Docking Assistent

9.2.4 Industrietore

9.2.4.1 Industrie-Sectionaltore

Die platzsparenden Torsysteme passen sich durch unterschiedliche Beschlagsarten jedem Industriebau an. Das sorgt bei Neubau und Renovierung für Planungssicherheit.

9.2.4.2 Rolltore und Rollgitter

Durch ihre einfache Konstruktion mit nur wenigen Komponenten sind Rolltore besonders wirtschaftlich und robust. Je nach Anforderung können unterschiedliche Behang- und Ausstattungsvarianten wählen.

9.2.5 Anfahrpuffer

Anfahrpuffer schützen die Rampe und das Gebäude vor Beschädigungen. Sie nehmen die dynamischen Kräfte des LKW beim Andocken auf und sind gleichzeitig stabil und flexibel. Je nach Bedarf stehen unterschiedliche Montageplatten und Montagekonsolen zur Verfügung.

9.2.5.1 Anfahrpuffer aus Gummi und PU

Anfahrpuffer aus Gummi und PU sind in unterschiedlichen Größen und Formen erhältlich. Anfahrpuffer aus hochwertigen Polyurethane (DB 15 PU) haben eine erheblich längere Lebensdauer im Vergleich zu herkömmlichen Gummipuffern.

9.2.5.2 Stahl-Anfahrpuffer

Für besonders hohe Anforderungen besteht der Stahl-Puffer aus einem vollflächig dämpfenden Innenkern und einer robusten äußeren Stahlplatte, die zur statischen Entlastung auf der Rampenkante aufliegt.



Abbildung 51: Anfahrpuffer

9.2.6 Einfahrhilfe

Durch die Einfahrhilfe wird der Fahrer beim Andocken unterstützt. Gleichzeitig führen sie den LKW gerade in die Verladestation bzw. Torabdichtung. So werden Beschädigungen an Fahrzeug, Rampe und Torabdichtung vermieden und eine effiziente Abdichtung sichergestellt. Die Einfahrhilfen sind in gerader und gekrümmter Ausführungen erhältlich.



Abbildung 52: Einfahrhilfen

9.3 Werksverkehr

Die beladenen LKW können das Gelände über die Hallen 8 und 4 verlassen. Über eine interne Ampelregelung wird der Verkehrsfluss innerhalb der Hallen gesteuert und gewährleistet.

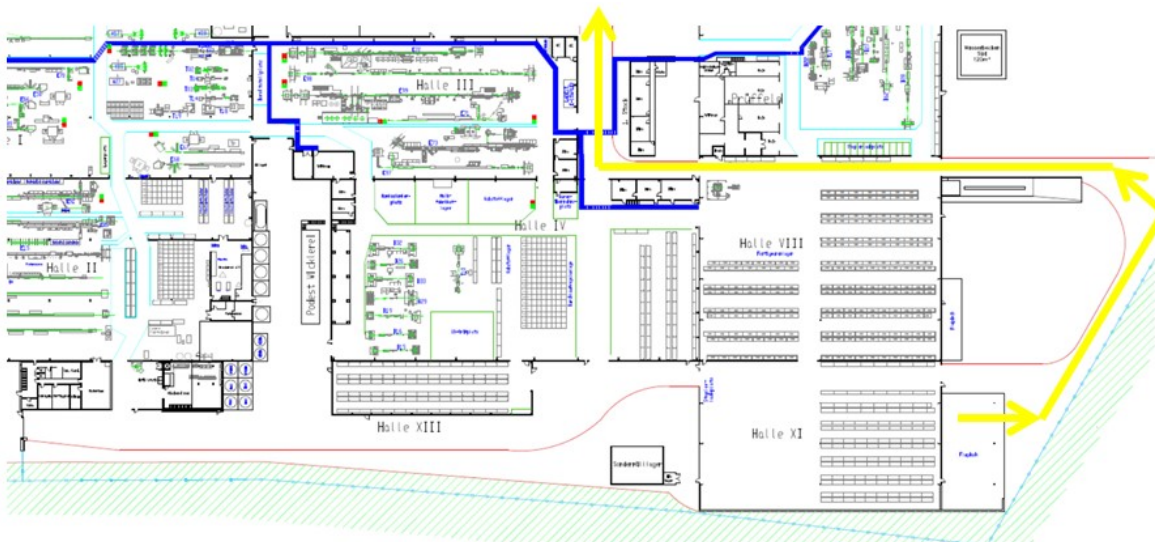


Abbildung 53: Werksverkehr

Literatur

- [3.1] <http://www.griller.at/de/unternehmen/unternehmenspolitik>, verfügbar am 21.11.2017, 07:05 Uhr
- [3.2] <http://www.griller.at/de/unternehmen/standorte>, verfügbar am 21.11.2017, 07:10 Uhr
- [3.3] <http://www.griller.at/de/produkte/produkte-automotive/kabelleitungen>, verfügbar am 21.11.2017, 07:15 Uhr
- [7.1] SSI Schäfer: Fördertechnik-Komponenten - Modulare Beweglichkeit in jeder Dimension, Giebelstadt, 13.01.2009
- [8.1] KUKA Roboter GmbH: Spez KR300 470 PA V5 de Augsburg, 2011
- [9.1] Toyota Material Handling Europe: Zoning and Positioning, Wiener Neudorf, 2015
- [9.2] Toyota Material Handling Europe: Navigation Solutions, Wiener Neudorf, 2015
- [9.2a] Quelle: Fraunhofer Institut Produkt Roadmap Li-Ionen 2030
- [9.3] Toyota Material Handling Europe: Lithium Ionen Batterien, Wiener Neudorf, 2016

- [10.1] Hörmann: Verladetechnik – Komplettlösung für mehr Effizienz,
Steinhagen, 2015

Selbstständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe.

Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht.

Diese Arbeit wurde in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Wildendürnbach, den 01.Dezember 2017

Sebastian Madner